

Obsah

1.	Úvod	8
1.1.	Vývoj zájmu společnosti o dendromasu vhodnou pro energetické využití	9
1.2.	Státní energetická koncepce České republiky o obnovitelných zdrojích	11
1.3.	Akční plán pro biomasu přijatý Evropskou komisí	13
1.4.	Právní rámec a podpora využívání biomasy	14
2.	Metodika a cíl práce	18
3.	Použité názvosloví a technické jednotky	19
3.1.	Jednotky objemu a hmotnosti	19
3.1.1.	Názvosloví	19
3.1.2.	Technické jednotky a jejich vztahy	20
3.2.	Jednotky výhřevnosti a výhřevnost dřeva	21
3.2.1.	Názvosloví	21
3.2.2.	Technické jednotky a jejich vztahy	21
3.3.	Jednotky vlhkosti	27
3.3.1.	Názvosloví	27
3.3.2.	Technické jednotky a jejich vztahy	28
3.4.	Shrnutí	29
4.	Druhy zdrojů dendromasy a biomasy ze zemědělských plodin pro energetické účely	31
4.1.	Lesní hospodářství	32
4.1.1.	Klest a těžební zbytky	32
4.1.2.	Palivové dříví	33
4.1.3.	Pařezy a kořeny	33
4.2.	Dřevozpracující průmysl	33
4.2.1.	Dřevařská štěpka hnědá	34
4.2.2.	Dřevařská štěpka bílá	34
4.2.3.	Kůra	34
4.2.4.	Piliny	34
4.2.5.	Kusové dříví – odřezky	35
4.3.	Energetické plodiny	35
4.4.	Průmysl zpracování odpadů	37
5.	Potenciál dendromasy	38
5.1.	Analýza metod stanovení potenciálu dendromasy pro energetické využití	40
5.2.	Srovnání výsledků analýzy potenciálu dendromasy pro energetické využití se státní energetickou koncepcí	43
5.3.	Vyhodnocení státní energetické koncepce	45
6.	Metoda stanovení potenciálu pro konkrétní zájmové území	48
6.1.	Přírodní lesní oblasti	49
6.1.1.	Přírodní lesní oblasti v zájmovém území	51
6.1.2.	Rozsah dat zpracovaných z oblastních plánů rozvoje lesů	52
6.2.	Vyhodnocení zájmového území	53
6.2.1.	Výměry a lesnatost	53
6.2.2.	Celkové zásoby hroubí bez kůry	53
6.2.3.	Průměrné roční přírůsty	54
6.2.4.	Průměrné roční těžby hroubí bez kůry	55
6.2.5.	Předpokládaný vývoj zásob hroubí bez kůry	55
6.2.6.	Předpokládaný vývoj těžebních možností hroubí bez kůry	56

6.2.7.	Zastoupení dřevin	57
6.2.8.	Vlastnictví lesů	58
6.3.	Kvantifikace zdrojů lesní dendromasy vhodné pro energetické využití v zájmovém území	59
6.3.1.	Metoda Simanova	59
6.3.2.	Metoda Polákova	60
6.3.3.	Vyhodnocení zdrojů dendromasy vhodné pro energetické využití v zájmovém území	61
6.4.	Kvantifikace zdrojů dendromasy vhodné pro energetické využití dřevozpracujícího průmyslu v zájmovém území	61
6.4.1.	Zdroje pro výrobu bílých štěpek	62
6.4.2.	Zdroje pro výrobu hnědých štěpek	63
6.4.3.	Kůra	64
6.4.4.	Piliny	64
6.4.5.	Kusové dříví – odřezky	65
6.5.	Kvantifikace ostatních zdrojů dendromasy vhodné pro energetické využití v zájmovém území	65
6.5.1.	Palivové dříví	66
6.5.2.	Pařezy a kořeny	66
6.5.3.	Dřevěné výrobky po ukončení životnosti	66
6.5.4.	Energetické plodiny	67
6.6.	Odhad disponibility dendromasy vhodné k energetickému využití mimo lesní hospodářství	67
6.7.	Export a import dendromasy pro energetické účely	68
6.8.	Shrnutí - využitelné zdroje dendromasy pro energetické využití v zájmovém území	69
7.	Technologie zpracování a dodání dendromasy k energetickému využití	71
7.1.	Hodnota dendromasy - vstupního materiálu	72
7.1.1.	Metoda zjištění hodnoty dendromasy vhodné pro energetické využití	73
7.1.2.	Hodnota volně loženého klestu na pasekách	74
7.1.3.	Hodnota hromadovaného klestu na pasece a v porostech	76
7.1.4.	Hodnota klestu na OM	78
7.1.5.	Shrnutí - hodnota klestu	79
7.2.	Přibližování dendromasy	80
7.2.1.	Cena přibližování dendromasy vhodné pro energetické využití	81
7.3.	Zpracování dendromasy	82
7.3.1.	Štěpkování dendromasy	83
7.3.2.	Drcení dendromasy	85
7.3.3.	Balení dendromasy	85
7.3.3.1.	Provozní zkouška balení dendromasy	87
7.4.	Manipulace s dendromasou	88
7.5.	Doprava dendromasy	88
7.5.1.	Kalkulace nákladů na dopravu dendromasy	89
7.5.2.	Kalkulace nákladů na silniční dopravu dendromasy	89
7.5.3.	Kalkulace nákladů na kombinovanou dopravu dendromasy	90
7.5.4.	Vyhodnocení dopravních variant	93
7.6.	Přejímka dodané dendromasy	94
7.7.	Skladování dendromasy	95
8.	Náklady na výrobu dendromasy	100
8.1.	Náklady na výrobu dendromasy z rychle rostoucích dřevin	101

8.2.	Kalkulace nákladů na výrobu lesní dendromasy	104
9.	Diskuse	106
10.	Závěr	108
11	Literatura	109
13.	Přehled tabulek a grafů	112
13.1.	Přehled tabulek	112
13.2.	Přehled grafů	115
13.3.	Přehled obrázků	115

1. Úvod

Definice vhodnosti lesní dendromasy (dále jen „dendromasy“) pro energetické využití neexistuje. V čase a prostoru se kritéria vhodnosti mění s technologickou úrovní společnosti, kapacitami dřevozpracujícího průmyslu v dané oblasti i možnostmi společnosti zajistit jiné levnější zdroje energie. Při primárním stanovování vhodnosti energetického zdroje nerozhoduje skutečnost, zda používaný zdroj je obnovitelný či neobnovitelný. Rozhodujícími kritérii pro rozhodnutí, jakého energetického zdroje bude využíváno, je jeho dostupnost, spolehlivost a cena.

Dendromasa je biologická hmota stromů, která v rámci běžných biologických procesů odumírá a rozkládá se. Pouze zlomek dendromasy se v rámci zvláštních přírodních procesů akumuloval pod zemským povrchem a přeměnil se na tzv. neobnovitelné zdroje energie. Například uhlí je proto též obnovitelný zdroj energie, problémem je však propastná rozdílnost doby ukládání (tvorby) a využití tohoto zdroje. Neobnovitelné zdroje jsou zdroje, které společnost spotřebovává rychleji, než jsou přírodní síly je schopny obnovit (vytvořit).

Pokud je využíváno jen takové množství zdroje, které je příroda schopna ve stejném časovém období obnovit, mluvíme o obnovitelném zdroji. Obnovitelný zdroj energie je potenciální schopnost přírodních sil akumulovat energii do jiné formy využitelné společností za podmínky zachování rovnováhy přírodních procesů. Dendromasa bude obnovitelným zdrojem pouze tehdy, pokud bude společnost využívat maximálně potenciál přírůstu. Pokud dojde k narušení rovnováhy mezi přírůstem a využitím dendromasy, tj. pokud přírůst nebude pokrývat spotřebu společnosti, musí být dendromasa zařazena také mezi zdroje problematicky obnovitelné (neobnovitelné).

Dendromasa byla od počátku historie lidstva zdrojem energie. Veškerá dendromasa byla vhodná pro energetické využití, pouze zlomek dendromasy byl využíván k výrobě nástrojů, později ke stavbě obydlí. V této době však člověk využíval jen část dendromasy vyprodukované přírodními silami. Vývojem lidské společnosti se dendromasy stále více využívalo v celé řadě řemesel a lidských činností. S rozvojem využívání dendromasy dochází k jejímu třídění na dendromasu technologicky vhodnou k další výrobě a na dendromasu vhodnou pouze k energetickému využití. Se vzrůstající technologickou úrovní společnosti se

možnosti využití dendromasy stále rozšiřují a potenciál pro přímé (okamžité) energetické využití se stále zužuje.

Potenciál dendromasy pro různé způsoby zpracování je dán nejen kvalitou, popř. rozsahem vad, ale též cenou, kterou zpracovatelé na trhu za tuto dendromasu nabízejí. Čím kvalitnější dendromasa, tím kvalitnější výrobky se z ní mohou vyrobit a současně lze za tuto dendromasu nabídnout vyšší cenu. Dendromasa jako zdroj energie nemá žádné požadavky na kvalitu, jediným požadavkem je výhřevnost, která je téměř konstantní.

1.1. Vývoj zájmu společnosti o dendromasu vhodnou pro energetické využití

Dendromasa byla od nepaměti využívána v přírodním stavu jako nejrozšířenější palivo – zdroj energie. Dendromasa sloužila v českých zemích i ještě poměrně nedávno – v období do konce 2. světové války – k výrobě nezanedbatelného množství různých biopaliv (lihu, dřevěného uhlí, dřevoplynu). V dopravě byly dřevoplynové agregáty využívány pro pohon automobilů. Výroba paliv z dendromasy byla vždy limitována dalším potřebným vkladem energie na výrobu zušlechtěného paliva. Proto dlouho výroba štěpek, pelet, briket či jiných druhů zušlechtěných paliv z dendromasy nebyla předmětem úvah pro svou vysokou energetickou náročnost. Teprve s rozvojem společnosti jsou spotřebitelé ochotni za zušlechtěné palivo zaplatit vyšší cenu, to umožňuje i vývoj a výrobu drahého, ale zušlechtěného komfortního paliva. Někdy i za cenu značných finančních prostředků formou dotací.

Je zajímavé poznamenat, že stejně jako dendromasa, tak i zemědělská biomasa dosáhla největšího rozsahu využívání před nástupem spalovacích motorů a strojní mechanizace do zemědělství. Podle různých autorů byla tehdy např. až třetina produkce obilnin (zejména ovsa) používána pro krmení hospodářských a zejména tažných zvířat, která ji biologicky transformovala na energii kinetickou. Z hlediska využívání potenciálu naší krajiny je zajímavé, že přibližně stejná rozloha zemědělské půdy je v současnosti považována za “půdy s nižším produkčním potenciálem” a na její obhospodařování jsou vynakládány značné finanční prostředky formou dotací (Weger 2003).

S nástupem spalovacích motorů a využívání ropy byla odsunuta ostatní paliva včetně dřeva na vedlejší kolej. Teprve ropná krize v 70. a 80. letech minulého století obrátila pozornost zpět k biomase. V socialistickém Československu o tomto problému dokonce jednal i sjezd KSČ! „Dřevní hmota a ostatní lignocelulózové materiály představují náš nejbohatší a každoročně se obnovující zdroj surovin, které je možno chemickými a biotechnologickými způsoby zpracovat na mnohé potřebné výrobky, dosud vyráběné na bázi ropy a jiných strategických surovin. Závěry XVI. sjezdu KSČ jsou velkou společenskou objednávkou na kvalitativní obrat v našem vědeckotechnickém rozvoji (Holota 1984).“

První podněty pro štěpkování uvádí Jan Duha ve svém „Ohlédnutí za způsoby zpracování štěpky u VčSL“. Duha uvádí, že pro rozhodnutí štěpkovat dřevní hmotu byly dva důvody. Ten první racionální vyplynul z potřeby likvidace těžebního odpadu, který vznikal na odvozních místech při nasazení protahovacích odvětvovacích strojů, které byly na lesních závodech postupně nasazovány od konce 70. let. Nově se při technologii výroby dříví na OM začaly uplatňovat procesory, například Steyer KP-40. Rovněž vysoké exhalační těžby v Krušných horách, v Jizerských horách, na Krkonoších a v Orlických horách nastolily problém likvidace velkého objemu běžně neprodejné suroviny. Druhý důvod byl politický. Ve stranických usneseních se lesnímu hospodářství ukládalo zajistit tzv. čistotu lesa, což bylo podnikům státních lesů zapracováno do plánu formou progresivního nárůstu výroby lesních štěpek.

Po zrušení bilančních gescí a po částečném uvolnění cen dříví po roce 1989 výroba lesní štěpky (jejíž objem produkce byl dosud podstatně nižší než ve vyspělých státech) ustala prakticky úplně. Vzniká tak reálné nebezpečí, že po obnovení zájmu o lesní štěpku (což je s ohledem na celoevropský trend zcela nepochybné) nastane určité technologické vakuum, kdy se bude jen obtížně navazovat na předcházející, pracně získané zkušenosti z přípravy a řízení této specifické výroby (Simanov 1992).

Nepoměr vysokých přímých nákladů na výrobu lesní štěpky a nízkých tržeb za ni, nemotivoval ani lesní hospodářství ke zvýšení její výroby. Jen mimoekonomickými nástroji řízení (příkazy nadřízených orgánů, nepřidělování tzv. uhelné bilance lesním závodům apod.) byla výroba lesní štěpky udržována (Simanov 1992).

Devadesátá léta minulého století byla z pohledu zpracování dendromasy k energetickým účelům obdobím stagnace. Dosluhovaly pouze technologie nakoupené v době centrálního plánování. Nákup nových strojů nebyl pro podnikatelské subjekty zajímavý, protože neexistovala stabilní poptávka po dendromase k energetickému využití.

Novým impulsem byly aktivity Evropské Unie související s podporou rozvoje obnovitelných zdrojů energie. I Česká republika zpracovala zcela novou „Státní energetickou koncepci o obnovitelných zdrojích“ v roce 2004.

1.2. Státní energetická koncepce České republiky o obnovitelných zdrojích

Státní energetická koncepce ve své vizi konkretizuje státní priority a stanovuje cíle, kterých chce stát dosáhnout, při ovlivňování vývoje energetického hospodářství ve výhledu příštích 30 let, v podmínkách tržně orientované ekonomiky. Jedním z cílů s vysokou prioritou je podpora výroby elektřiny a tepelné energie z obnovitelných zdrojů energie tj. zdrojů, které lze dlouhodobě reprodukovat a jejichž používání přispěje k posilování nezávislosti státu na cizích zdrojích energie a k ochraně životního prostředí. Preferovat se budou všechny typy obnovitelných zdrojů – zdroje využívající sluneční energii, energii větru a vodních toků, geotermální energii i biomasu jako zdroje pro výrobu elektřiny a tepelné energie. Dlouhodobým cílem je v časovém horizontu do roku 2030 dosáhnout podílu obnovitelných zdrojů 15 – 16 % na celkové spotřebě primárních zdrojů.

Tab. 1. Cílová skladba primárních zdrojů

Primární zdroje v %	2005	2030
Tuhá paliva	42-44	30-32
Plynná paliva	20-22	20-22
Kapalná paliva	15-16	11-12
Jaderné palivo	16-17	20-22
Obnovitelné zdroje	5-6	15-16

Navýšení výroby energie z obnovitelných zdrojů dle státní energetické koncepce bude jednoznačně na úkor fosilních paliv.

V souladu se Směrnicí 2001/77/ES bude podpořeno využívání obnovitelných zdrojů energie:

a) k výrobě elektrické energie následujícími zásadami:

- zachovat dosavadní princip přednostního připojení k přenosové nebo distribuční soustavě a právo přednostní dopravy elektřiny přenosovou nebo distribuční soustavou,
- v první etapě, do plného otevření trhu s elektřinou, zachovat právo na přednostní výkup elektřiny z obnovitelných zdrojů energie za regulované ceny,
- zavést systém vydávání záruky původu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie,
- zavést systém obchodovatelných zelených certifikátů výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie s regulovanými cenami certifikátů a s povinnými kvótami jejich nákupu subjekty konečného zúčtování,
- investorům do zdrojů elektřiny na bázi obnovitelných zdrojů energie garantovat minimální výši výnosů na jednotku vyrobené elektřiny po dobu minimálně 15 let od data jejich uvedení do provozu,
- podle výsledků provedených analýz a pokud dojde v EU ke sjednocení přístupu v podpoře obnovitelných zdrojů energie, přizpůsobit systém podpory v ČR tomuto jednotnému systému tak, aby byl funkční v plně liberalizovaném trhu.

b) k výrobě tepla následujícími zásadami:

- zachovat dosavadní princip výkupu tepelné energie z obnovitelných zdrojů energie podle platného energetického zákona,
- zavést pro výstavbu a rekonstrukci zdrojů na výrobu tepelné energie povinnost (v rámci zákonem stanovených podmínek) zajišťovat část dodávané tepelné energie z obnovitelných zdrojů energie,
- zavést pro nové stavby a změny dokončených staveb povinnost (v rámci zákonem stanovených podmínek) zajišťovat část spotřeby tepelné energie v těchto budovách z obnovitelných zdrojů energie.

Biomasa představuje obnovitelný zdroj energie, který v budoucnu zaujme v České republice prioritní postavení v porovnání s ostatními obnovitelnými zdroji.

Biomasa zahrnuje nejen všechny druhy dendromasy a to jak z lesních porostů, dřevařských výrob, jiných zdrojů (např. odpadní dříví), ale i z dřevní hmoty účelově k tomuto

cíli pěstované tj. z plantáží rychle rostoucích dřevin. Mezi biomasu dále patří i sláma a hmota z energetických plodin např. šťovík.

Kvantifikace a struktura vývoje spotřeby energie dle Státní energetické koncepce České republiky o obnovitelných zdrojích je uvedena v tabulkách uvedených v příloze č. 1. Z těchto tabulek vyplývá, že nárůst obnovitelných zdrojů v příštích 25 letech bude kryt převážně biomasou. Především centralizované zdroje tepla budou v budoucnu velkými odběrateli biomasy pro energetické využití. Tento záměr lze hodnotit kladně. Efektivnost využívání biomasy závisí též na vzdálenosti mezi místem výroby a místem spotřeby. Lokální centralizované zdroje tepla jsou optimálním místem spotřeby biomasy.

1.3. Akční plán pro biomasu přijatý Evropskou komisí

Evropská komise přijala Akční plán pro biomasu dne 7. prosince 2005. Hlavním cílem je do roku 2010 zdvojnásobit využití bio-energetických zdrojů (dřeva, odpadu, zemědělských plodin). V současné době pokrývá biomasa 4% energetických potřeb v EU. Plán uvádí 31 způsobů podpory biomasy, a to v oblasti vytápění a chlazení, výroby elektřiny a dopravy (biopaliva).

Hlavní navržená opatření zahrnují:

- novou legislativa EU v oblasti využití obnovitelné energie,
- revizi směrnice o biopalivech,
- národní akční plány pro biomasu členských států,
- rozvoj Technologické platformy pro biopaliva,
- výzkum biopaliv druhé generace.

Zpráva Evropské komise uvádí nejvýznamnější výhody plynoucí ze zdvojnásobení energie z biomasy:

- podíl pevných paliv v energetickém mixu EU by měl poklesnout z 80% na 75% a mělo by dojít ke snížení importu ropy o 8%,
- emise skleníkových plynů by se měly snížit o 209 mil. tun za rok,
- mělo by dojít k vytvoření 250 000 až 300 000 pracovních míst v zemědělství a lesnictví.

Evropská komise současně upozorňuje na překážky, které bude nutno překonat:

a) Sociálně-ekonomické překážky

- energie z biomasy je dražší než současná cena pevných paliv,
- k výrobě bio-plodin bude zapotřebí více zemědělské půdy,

b) Problémy v oblasti životního prostředí

- vliv produkce bioenergie ve velkém rozsahu na biologickou rozmanitost, půdu, využití a dodávky vody,
- větší využití biopaliv v rozvinutém světě může vést k dalšímu kácení tropických deštných lesů,
- obtíže plynoucí z přeměny přírodního ekosystému na energetické plantáže,

c) Veřejná přijatelnost

- dosud není ze strany hlavních dodavatelů energie a paliv ochota přejít na bio-energi,
- nízké povědomí mezi zákazníky.

Většina uvedených opatření i překážky jsou součástí schválené Státní energetické koncepce České republiky o obnovitelných zdrojích. Tato oblast je dále upravována zákonnými i podzákonnými předpisy tak, aby Česká republika v této oblasti své závazky se pokusila splnit.

1.4. Právní rámec a podpora využívání biomasy

Česká republika se zavázala v přístupových jednáních, že evropskou směrnicí č. 2001/77/ES bude implementovat do českého právního řádu. Přijetí zákona o podpoře výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů předcházela rozsáhlá diskuse. Tento zákon byl schválen a vstoupil v platnost k 1.8.2005.

Výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů je však nekonkurenceschopná ve srovnání s náklady na výrobu elektrické energie z fosilních paliv nebo z jádra. Pouze splnění prvního postupového cíle – výroby 8 % elektrické energie z obnovitelných zdrojů do roku 2010 si vyžádá cca 7,8 mld. Kč investic. K zajištění těchto cílů bylo nezbytné stanovit pravidla podpory výroby elektrické energie z biomasy.

Podpora výroby elektrické energie z biomasy byla rozdělena:

a) podle způsobu spalování biomasy na:

- spoluspalování – společné spalování biomasy a neobnovitelného zdroje,
- paralelní spalování – společné spalování biomasy a neobnovitelného zdroje, při kterém se oba druhy paliv spalují odděleně v samostatných kotlích dodávajících vyrobené teplo do společné parní sběrnice, ze které se uskutečňuje odběr tepla pro výrobu elektřiny,
- čisté spalování biomasy,

b) podle druhu spalované biomasy na:

- biomasu z dřevin a bylin cíleně pěstovaných pro energetické využití – kategorie 1,
- biomasu, kterou nelze materiálově využít, např. z klestu a jiných těžebních zbytků, z dřevařských výrob a ze zemědělství – kategorie 2,
- biomasu materiálově využitelnou, např. piliny, bílé štěpky – kategorie 3,

c) podle uvedení zdroje do provozu (pouze u čistého spalování biomasy):

- před zavedením právní úpravy, tj. před 1.1.2006,
- po zavedení právní úpravy, tj. po 1.1.2006.

Tab. 2. Výkupní ceny a ceny zelených bonusů pro čisté spalování biomasy

Čisté spalování biomasy	Uvedení zdroje Do provozu	Výkupní ceny elektřiny [Kč/MWh]	Zelené bonusy [Kč/MWh]
Biomasa kategorie 1	Od 1.1.2007	3270	2150
Biomasa kategorie 2		2840	1720
Biomasa kategorie 3		2290	1170
Biomasa kategorie 1	Od 1.1.2006	2930	1960
Biomasa kategorie 2		2600	1630
Biomasa kategorie 3		2290	1320
Biomasa kategorie 1	Do 31.12.2005	2930	1960
Biomasa kategorie 2		2600	1630
Biomasa kategorie 3		2290	1320

Vlastní podpora je realizována dvěma směry:

- a) garantovanou výkupní cenou elektřiny vyrobené z biomasy,
- b) tzv. zelenými bonusy, tj. finanční částka navyšující tržní cenu elektřiny zohledňující snížené poškozování životního prostředí využitím obnovitelného zdroje.

Tab. 3. Výkupní ceny a ceny zelených bonusů pro spoluspalování a paralelní spalování biomasy a fosilních paliv na rok 2006

Druh biomasy	Výkupní ceny elektřiny [Kč/MWh]	Zelené bonusy 2006 [Kč/MWh]	Zelené bonusy 2007 [Kč/MWh]
Společné spalování biomasy kategorie 1	-	1180	1220
Společné spalování biomasy kategorie 2	-	850	790
Společné spalování biomasy kategorie 3	-	540	240
Paralelní spalování biomasy kategorie 1	-	1430	1475
Paralelní spalování biomasy kategorie 2	-	1100	1045
Paralelní spalování biomasy kategorie 3	-	790	495

Výše podpory u čistého spalování biomasy zůstane na základě zákona zachována po dobu 15 let. V dalších letech bude tato podpora pouze upravována v souladu s pohybem cen průmyslových výrobců.

Výše zelených bonusů je stanovována vždy na jeden rok v závislosti na aktuální ceně silové elektřiny a ceně tzv. emisních povolenek. Cena emisních povolenek byla v roce 2005 zhruba 22 €/t CO₂.

Právě cena emisních povolenek je největší neznámou. Kolem 15. května 2006 došlo k mohutnému cenovému propadu emisních povolenek, jejich cena se blížila k nule. Ceny povolenek ještě 30. dubna 2006 stály 30 €/t CO₂, pak se prudce propadly poté, co Evropská komise zveřejnila, že firmy v roce 2005 vypustily do ovzduší o 2,4 % oxidu uhličitého méně, než kolik mezi ně bylo rozděleno povolenek (Kubátová 2006). Trh se však velmi rychle vzpamatoval a již o 14 dnů později tj. 30. května 2006 opět emisní povolenky posílily na 18 €/t CO₂.

V roce 2007 proběhla v Evropě široká diskuse na téma bezplatného přidělování emisních povolenek. Většina států EU včetně České republiky nesouhlasí s výší emisních povolenek přidělených Evropskou komisí. V této vypjaté atmosféře přišla Evropská komise s myšlenkou nerozdávat bezplatně emisní povolenky, ale dražit je. Rozhodujícím argumentem této myšlenky je skutečnost, že podniky vydělávají na prodeji zdarma získaných povolenek. Tyto návrhy jsou však ve stádiu diskusí a pravděpodobně připadají v úvahu až v příštím rozpočtovém období EU, tj. po roce 2014.

Produkce biomasy je podnikatelská příležitost nejen pro vlastníky lesů, ale i pro zemědělce. Dnes již existují nadějně projekty. Trh s biomasou, především dendromasou, se začíná rozvíjet. Řada lesních společností si pořizuje technologie na vyvážení klestu a těžebních zbytků z lesních porostů, na štěpkování nebo drcení těchto těžebních zbytků a v neposlední řadě i logistickou základnu.

2. Metodika a cíl práce

Dendromasa jako obnovitelný zdroj energie je téma staronové. Již v minulosti bylo o této problematice napsáno mnoho článků a studií. Zájem o dendromasu jako obnovitelný zdroj energie byl v posledních letech podpořen snahami EU o zvýšení energetické soběstačnosti Evropy a o snížení spotřeby neobnovitelných zdrojů.

První částí této práce je podrobná rešerše dosud zpracovaných dostupných prací, které bylo možno zevšeobecnit. Byly především zmapovány práce a příspěvky publikované na různých seminářích v České republice i v jiných evropských státech. Výsledkem této práce je přehled používaného názvosloví, technických jednotek a jejich vztahů a zhodnocení druhů zdrojů dendromasy.

Ve druhé části byl z dostupné literatury zpracován přehled metod používaných pro stanovení potenciálu dendromasy pro energetické využití v České republice. Tyto výsledky byly porovnány se Státní energetickou koncepcí České republiky o obnovitelných zdrojích.

Ve třetí části jsem navrhl originální metodu zjištění potenciálu zdrojů dendromasy vhodné pro energetické využití pro konkrétní místo spotřeby. Metoda vychází z veřejně dostupných dat publikovaných ve schválených Oblastních plánech rozvoje lesů a statistikách. V práci je tato metoda prakticky využita pro krajské město Plzeň. V daném příkladu bylo zvoleno zájmové území ve tvaru kružnice o poloměru 80 km. Zájmové území má rozlohu přes 20 tis. km², což odpovídá jedné čtvrtině výměry České republiky. Toto území bylo dále rozděleno na středovou oblast o vzdálenosti do 20 km od místa spotřeby (Oblast I) a na tři mezikruží odstupňované po 20 km (Oblast II, III a IV). V této oblasti byly vyhodnoceny faktory, které ovlivňují výrobu dendromasy vhodné pro energetické využití. V této zájmové oblasti byl dále proveden průzkum ostatních zdrojů nelesní dendromasy vhodné pro energetické využití.

Příprava, zušlechťování, dodávka a přejímka dendromasy vhodné pro energetické využití je velmi nákladný proces. Ve čtvrté části jsem proto provedl analýzu používaných technologií a vybranými metodami zjistil jejich finanční náročnost. Výsledkem je reálná nákladová kalkulace hodnoty dendromasy vhodné pro energetické využití v místě spotřeby.

3. Použité názvosloví a technické jednotky

3.1. Jednotky objemu a hmotnosti

3.1.1. Názvosloví

Plnometr (kubický metr) – plm - m³

- Přesně změřený objem kmene stromu (objem vody vytlačený kmenem po jeho ponoření do měřicí nádoby), tento objem se zjišťuje podle tabulek na základě naměřených hodnot, zpravidla dle středového průměru a délky. Dále se v lesnické praxi rozlišuje m³ b. k. – metr krychlový bez kůry a m³ s k. – metr krychlový s kůrou.
- Objemová jednotka používaná v lesnické praxi, sloužící ke stanovení množství dřevní hmoty. Na rozdíl od prostorového metru považuje se za krychlový metr zcela vyplněný dřevní hmotou. Používá se u dřevních sortimentů, jejichž objem se stanoví např. pomocí hmotových tabulek na základě výčetní tloušťky a výšky (Kulhánková 1995).
- 1 m³ skutečné dřevní hmoty (Trnobranský 2003).

Prostorový metr dřeva - prm

- Krychle o hraně 1 m vyplněná částečně dřevní hmotou a část připadá na mezery mezi jednotlivými kusy vyrovnaného dřeva.
- Prostor o objemu 1 m³ (1 m x 1 m x 1 m) vyplněný kuláči nebo/a štěpinami.
- 1 m³ složeného štípaného nebo neštípaného dřeva (Trnobranský 2003).

Prostorový metr štěpky - prm štěpky - prm_s

- Krychle o hraně 1 m vyplněná volně sypanou štěpkou bez hutnění.
- Prostorový metr dřeva volně sypaného (nezhutněného) drobného nebo drceného (Trnobranský 2003).

Hmotnost prostorového metru štěpky

- okamžitá – Hmotnost 1 prm štěpky v konkrétním čase vážení.
- atro – Hmotnost sušiny obsažené v 1 prm štěpky.

Hmotnost prostorového metru klestu

- Průměrná hmotnost klestu loženého a hutněného drapákem hydraulické ruky o objemu 1 m³ (Simanov 1992).

Klest z vytěženého m³ hroubí

- Množství klestu a nehroubí, popř. dalších těžebních zbytků, které zůstávají po odvětvení kmene a výrobě surového kmene nebo sortimentů dříví v místě odvětvení vztažené k vyrobenému jednomu plnometru hroubí.

3.1.2. Technické jednotky a jejich vztahy

Hmotnost dřeva se měří zpravidla v tunách. Hmotnost jedné prostorové jednotky dřeva se mění podle dřeviny a vlhkosti. Pro orientaci uvádím hmotnost dříví podle dřevin, aby bylo zřejmé s jakou variabilitou je nutno při odhadech počítat.

Tab. 4. Hmotnost dřeva v závislosti na dřevině, sortimentu a vlhkosti v kg/m³ (plnometr)
(Bartůněk, 1999) - upraveno

Dřevina	Vlhkost	Kulatina	Palivo
Smrk, jedle	Čerstvé	800	710
	Proschlé	630	585
Borovice, modřín	Čerstvé	910	710
	Proschlé	685	585
Listnaté tvrdé	Čerstvé	1150	1020
	Proschlé	1060	880
Listnaté měkké	Čerstvé	1000	X
	Proschlé	900	670

Za čerstvé se považuje dříví dopravené do 2 měsíců po těžbě a dříví těžené v období od 1. října do 30. března a v té době dopravované.

Tab. 5. Vzájemné poměry objemových jednotek označení dřeva (Trnobranský, 2003)

Dřevo	Plm	Prm	prm _s
1 plm	1	1,54	2,5 až 2,86
1 prm	0,65	1	1,61 až 1,86
1 prm _s	0,35 až 0,4	0,54 až 0,62	1

Hmotnost štěpky se rovněž zjišťuje zpravidla v tunách. Hmotnost jednoho prostorového metru štěpky je ještě variabilnější než u surového dříví a též se mění podle dřeviny a vlhkosti. Hustota volně nasypaných neseřesných štěpek je cca 194 kg/m³. Zjištěná průměrná hustota klestu loženého a hutněného drapákem hydraulické ruky činila 173,55 kg/m³, tj. 89,5 % hustoty volně sypaných štěpek. (Simanov 1992).

3.2. Jednotky výhřevnosti a výhřevnost dřeva

3.2.1. Názvosloví

Joule – J – je základní jednotkou energie (práce, tepla), J je definován jako práce, kterou vykoná stálá síla 1 newtonu působící ve směru síly po dráze 1 m. Newton je síla, která uděluje tělesu o hmotnosti 1 kg zrychlení 1m/s² ($J = m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$).

Watt – Wh – Watt je definován jako výkon, při němž se vykoná práce 1 J za 1 sekundu. Wh je potom W vynásobený 3600 sekundami ($W = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$, $Wh = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot 3600 s = 3600 m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$).

Kalorie – cal – starší jednotka práce s přesným převodovým koeficientem 1 cal = 4,1868 J.

Tuna ekvivalentní ropy – toe - porovnávací jednotka, ke které se jednotlivá paliva s rozdílnými jednotkami výhřevnosti srovnávají. Za srovnávací jednotku byla zvolena ropa.

Tuna měrného paliva – t.m.p. – porovnávací jednotka, ke které se jednotlivá paliva s rozdílnými jednotkami výhřevnosti srovnávají. Za srovnávací jednotku byl zvolen antracit o výhřevnosti 7 000 kcal/kg.

3.2.2. Technické jednotky a jejich vztahy

Tab. 6. Energetické převodní koeficienty (EFFECT, Evropská komise, 2005, in Nikl, 2007)

	Tj.	Mtoe	GWh
Tj.	1	2.4×10^{-5}	0.2778
Mtoe	4.2×10^4	1	11630
GWh	3.6	8.6×10^{-5}	1

Tab. 7. Vzájemné přepočítací vztahy jednotek výhřevnosti

	GJ	GCAL	MWH	T.M.P.
GJ	X	0,23885	0,2778	0,0341
GCAL	4,1868	X	1,1630	0,1429
MWH	3,6000	0,8598	X	0,1228
T.M.P.	29,3076	7	8,1410	X

Efektivní výhřevnost dřeva závisí především na okamžité vlhkosti, dřevině a poměru celulózy a ligninu. Lignin má výhřevnost 25,5 GJ/t a celulóza má výhřevnost 18,8 GJ/t.

Tab. 8. Chemické složení dřeva některých dřevin v % (Molton, 1978, in Simanov, 1993)

Dřevina	Lignin	Celulóza
Smrk	27,1	48,5
Borovice	28,6	45,0
Javor	24,0	44,7
Buk	22,1	45,8
Bříza	18,9	44,5
Topol	16,3	56,6

Dřevo se skládá i z dalších složek, např. pryskyřice má výhřevnost větší než vlastní dřevo, proto např. výhřevnost kůry, větví a jehličí je byť nepatrně ale vyšší než výhřevnost vlastního dřeva.

Tab. 9. Výhřevnost absolutně suché dendromasy podle dřevin v GJ/t (Olofsson, 1975, in Simanov, 1993)

	Smrk	Borovice	Bříza
Kmenové dřevo	19,0	19,2	19,0
Kůra kmene	19,8	19,4	22,3
Větve bez zeleně	19,8	20,2	20,3
Jehličí	19,8	21,1	X

Suchá dendromasa je imaginární stav, který je v běžném prostředí nedosažitelný. V následující tabulce jsou proto uvedeny průměrné hodnoty zjištěné v provozních podmínkách v konkrétním spalovacím zařízení. Tyto hodnoty jsou orientační, ale jejich vypovídající schopnost je poměrně vysoká.

Tab. 10. Výhřevnost štěpek, pilin a kůry v GJ/t v závislosti na relativní vlhkosti (Wood and Paper, přejímací tabulky upr.)

Vlhkost v %	Štěpka, piliny	Kůra
0	19,0	17,5
10	16,9	15,4
20	14,9	13,4
30	12,8	11,3
40	10,7	9,2
50	8,6	7,1
60	6,5	5,0
70	4,5	3,0
73	3,8	2,3

Tab. 11. Výhřevnost biomasy v přirozeném stavu v GJ/t (Ďud'ák, 2004)

	Vlhkost v %	Výhřevnost v GJ/t
Kůra kmene	50	8
Piliny	50	8
Štěpka	50	8
Pelety	8	19
Sláma	20	14

Tab. 12. Výtěžnost a energetická bilance absolutně suché biomasy (Roček a kol., 1998)

Druh biomasy	Výtěžnost	Energetická bilance hmotnostní	Energetická bilance plošná
	t/ha.rok	GJ/t	GJ/ha
Obilní sláma	2,5 - 5	17,6 – 18,0	44 – 90
Dřevo listnaté	15 – 18	18,5 – 20,0	277,5 – 360,0
Dřevo jehličnaté	15 – 18	20,0 – 23,0	300,0 – 414,0

Výhřevnost dřeva se rovněž mění v průběhu roku, nejvyšších hodnot dosahuje v druhé polovině léta, v červenci a v srpnu. Výhřevnost se mění i v závislosti na vývoji počasí mezi jednotlivými roky. Tyto rozdíly však nejsou zásadní.

Tab. 13. Měrná hmotnost a výhřevnost smrku a jedle při hmotnosti sušiny 430 kg/PLM (Trnobranský, 2003)

Vlhkost [%]	15	20	25	30	35	40	45	50	55
	1 plm								
Měrná hmotnost [kg/plm]	470	485	512	548	590	640	698	768	853
Výhřevnost [kWh/plm]	2034	1957	1914	1888	1859	1828	1788	1741	1683
	1 prm								
Měrná hmotnost [kg/prm]	306	315	333	356	384	416	454	499	554
Výhřevnost [kWh/prm]	1325	1271	1245	1227	1210	1188	1163	1131	1093
	1 prm _s								
Měrná hmotnost [kg/prm _s]	165	170	180	192	207	224	244	269	299
Výhřevnost [kWh/prm _s]	714	686	673	662	652	640	625	610	590

Tab. 14. Měrná hmotnost a výhřevnost smrkové kůry (Trnobranský 2003)

Vlhkost [%]	15	20	25	30	35	40	45	50	55
	1 prm _s								
Měrná hmotnost [kg/prm _s]	155	162	171	183	197	213	233	256	284
Výhřevnost [kWh/prm _s]	666	649	635	626	616	604	592	575	555

Tab. 15. Měrná hmotnost a výhřevnost modřínu při hmotnosti sušiny 550 kg/PLM (Trnobranský, 2003)

Vlhkost [%]	15	20	25	30	35	40	45	50	55
	1 plm								
Měrná hmotnost [kg/plm]	590	610	650	697	750	813	887	976	1084
Výhřevnost [kWh/plm]	2554	2461	2431	2402	2363	2322	2272	2212	2139
	1 prm								
Měrná hmotnost [kg/prm]	384	397	423	453	488	528	577	634	705
Výhřevnost [kWh/prm]	1662	1602	1582	1561	1538	1508	1478	1437	1391
	1 prm _s								
Měrná hmotnost [kg/prm _s]	207	214	228	244	263	285	310	342	379
Výhřevnost [kWh/prm _s]	896	863	853	841	829	814	794	775	748

Tab. 16. Měrná hmotnost a výhřevnost borovice při hmotnosti sušiny 510 kg/PLM

(Trnobranský, 2003)

Vlhkost [%]	15	20	25	30	35	40	45	50	55
	1 plm								
Měrná hmotnost [kg/plm]	550	565	595	638	686	744	811	893	991
Výhřevnost [kWh/plm]	2781	2280	2225	2198	2161	2125	2078	2024	1957
	1 prm								
Měrná hmotnost [kg/prm]	358	367	387	415	446	484	527	580	645
Výhřevnost [kWh/prm]	1550	1481	1447	1430	1405	1382	1350	1315	1272
	1 prm _s								
Měrná hmotnost [kg/prm _s]	193	198	208	223	240	260	284	313	347
Výhřevnost [kWh/prm _s]	835	799	778	768	756	743	728	710	685

Tab. 17. Měrná hmotnost a výhřevnost dubu a buku při hmotnosti sušiny 680 kg/PLM

(Trnobranský, 2003)

Vlhkost [%]	15	20	25	30	35	40	45	50	55
	1 plm								
Měrná hmotnost [kg/plm]	714	726	765	820	883	953	1043	1148	1275
Výhřevnost [kWh/plm]	2897	2743	2677	2642	2599	2547	2488	2419	2332
	1 prm								
Měrná hmotnost [kg/prm]	464	472	497	533	574	621	678	746	829
Výhřevnost [kWh/prm]	1882	1784	1739	1717	1689	1654	1618	1572	1516
	1 prm _s								
Měrná hmotnost [kg/prm _s]	250	254	268	287	309	335	365	402	446
Výhřevnost [kWh/prm _s]	1014	960	938	925	909	892	871	847	816

Tab. 18. Výhřevnost proschlého palivového dříví podle dřevin – (Lacker, 2004 – upraveno)

Dřevina	Výhřevnost			
	GJ/t	MWh/t	GJ/m ³	MWh/m ³
Smrk	16,2	4,5	11,502	3,195
Buk	15,1	4,2	15,402	4,284

Z této tabulky vyplývá, že obecně proklamovaná domněnka, že tvrdé listnaté palivo je výhřevnější, je pravdivá pouze ve vztahu k objemu, protože listnaté palivové dříví má vyšší hustotu než jehličnaté palivové dříví. Měrná výhřevnost vztažená k hmotnosti však vykazuje opačné hodnoty.

Plantáže energetických plodin nebo i jiné zdroje ze zemědělské produkce mohou být potenciálními zdroji pro výrobu energie. Proto pro úplnost uvádím některé srovnávací tabulky výhřevnosti těchto zdrojů.

Tab. 19. Vliv vlhkosti paliva na výhřevnost a měrnou hmotnost (Sladký, 1996, in Weger, 2003)

Druh paliva	Obsah vody [%]	Výhřevnost [MJ/kg]	Objemová hmotnost volně ložená [kg/m ³]
Polena (měkké dřevo)	0	18,56	355
	10	16,40	375
	20	14,28	400
	30	12,18	425
	40	10,10	450
	50	8,10	530
dřevní štěpka	10	16,40	170
	20	14,28	190
	30	12,18	210
	40	10,10	225
Sláma obilovin	10	15,50	120 (balíky)
Sláma kukuřice	10	14,40	100 (balíky)
Lněné stonky	10	16,90	140 (balíky)
Sláma řepky	10	16,00	100 (balíky)

Tab. 20. Výhřevnost, orientační výnosy, doba sklizně a sklizňová vlhkost energetické fytomasy – (VÚRV Praha, in Weger, 2003)

Plodina/termín	Výhřevnost [MJ/kg]	Vlhkost [%]	Výnos [t/ha]		
			Min.	Prům.	Opt.
1. Sláma obilovin (VII-X)	14	15	3	4	5
2. Sláma řepka (VII)	13,5	17-18	4	5	6
3. Energetická (fytomasa - orná půda (X-XI)	14,5	18	15	20	25
4. Rychlerostoucí dřeviny - zem. půda (XII-II)	12	25-30	8	10	12
5. Energetické seno - zem. půda (VI;IX)	12	15	2	5	8
6. Energetické seno - horské louky (VI;IX)	12	15	2	3	4
7. Energetické seno - ostatní půda (VI-IX)	12	15	2	3	4
8. Rychlerostoucí dřeviny - antropogenní půda (XII-II)	12	25-30	8	10	12
9. Jednoleté rostliny – antropogenní půda (X-XI)	14,5	18	15	17,5	20
10. Energetické rostliny - antropogenní půda (X-XII)	15	18	15	20	25

3.3. Jednotky vlhkosti

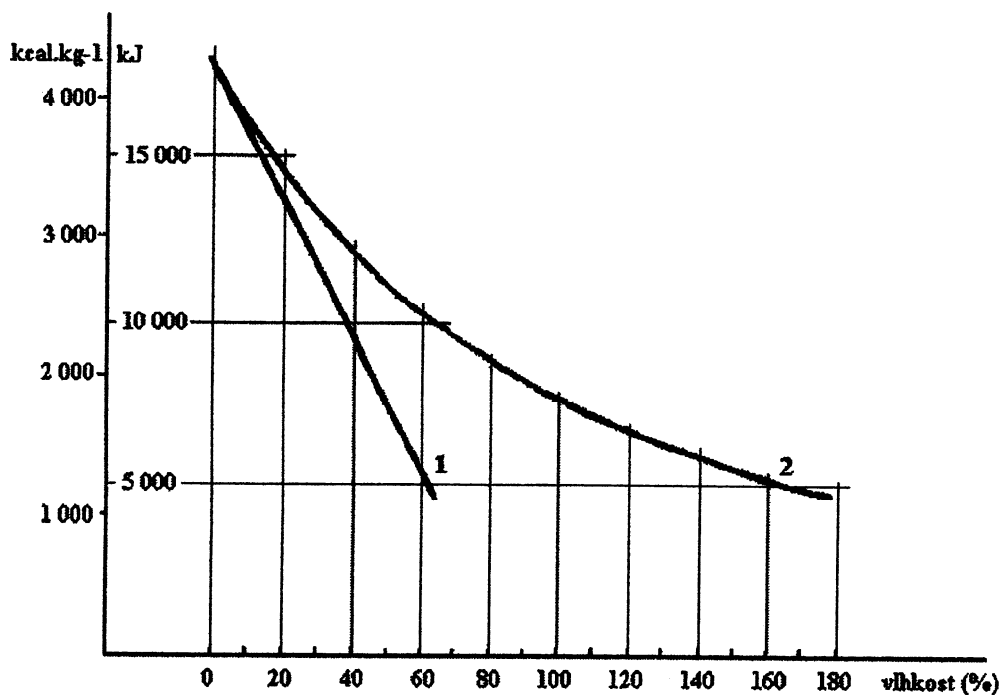
Přírozená vlhkost dřeva je ve srovnání s ostatními palivy vysoká a vykazuje i vysoké rozpětí cca od 20 % u dříví proschlého až do 60 % u dříví čerstvě pokáceného. Kůra stromů ihned po pokácení dosahuje vlhkosti i přes 65 %. Dřevo má tu vlastnost, že se při spalování spotřebovává na jeho vysychání větší podíl energie, nežli u jiných paliv. Z těchto skutečností lze odvodit, že se zvyšující se vlhkostí se snižuje výhřevnost dendromasy.

3.3.1. Názvosloví

Absolutní vlhkost – obsah vody vztažený ke hmotnosti absolutně suché dendromasy. Tato metoda se používá převážně při fyzikálních a mechanických zkouškách dřeva. V provozní praxi se zpravidla nepoužívá.

Relativní vlhkost – obsah vody vztažený ke hmotnosti (původní, výchozí) dendromasy, tj. včetně vody. Tato metoda se běžně používá v provozní praxi, v obchodním styku a pro výpočty efektivní výhřevnosti dendromasy.

Graf. 1. Závislost efektivní výhřevnosti dřeva na relativní (1) a absolutní (2) vlhkosti (Nimrat, 1971, in Simanov, 1993).



Experimenty bylo zjištěno, že optimální vlhkost štěpek pro spalování je 30 až 35 %. Jsou-li štěpky příliš suché, má proces hoření explozivní charakter a velká část tepelné energie uniká prostřednictvím horkých plynů do atmosféry. Naopak při vlhkosti nad 50 % je spalování již obtížné a účinnost topeniště klesá.

3.3.2. Technické jednotky a jejich vztahy

Tab. 21. Hmotnost dříví podle obsahu vody v kg/m^3 (Bozděch a Černák, 1987, in Nikl, 2007)

Dřevina	Hmotnost dřeva při dané relativní vlhkosti (kg/m^3)		
	15%	30%	60%
Smrk	480	618	895
Borovice	524	658	927
Buk	702	836	1104
Dub	748	870	1114
Průměr	614	746	1010

Tab. 22. Efektivní výhřevnost lesní štěpky v GJ/m^3 v závislosti na vlhkosti (Simanov, 1993)

Štěpka vyrobená	Relativní vlhkost v %			
	0	20	40	60
<u>Z celý stromů</u>				
Borovice	7,54	7,31	6,92	6,13
Smrk	7,43	7,43	7,02	6,27
Bříza	9,04	8,75	8,27	7,30
Olše	6,81	6,81	6,43	5,68
<u>Z klestu bez jehličí</u>				
Borovice	8,25	8,00	7,59	6,72
Smrk	9,16	8,88	8,40	7,45
Bříza	9,85	9,55	9,04	8,02
<u>Z klestu s jehličím</u>				
Borovice	8,11	7,87	7,47	6,63
Smrk	8,42	8,16	7,73	6,86
<u>Z odkorněných odřezků</u>				
Jehličnaté řezivo	7,97	7,72	7,30	6,47

Z výše uvedeného přehledu vyplývá, že efektivní výhřevnost lesní štěpky závisí na vlhkosti, nikoliv v takovém rozsahu, jak se předpokládalo. Rozdíly mezi výhřevností dřeva s vlhkostí 20 a 40 % se pohybují pouze okolo 5 %.

Podle zdroje z provozní sféry při spalování lesních štěpek v jednom univerzálním topeništi jsou výsledky skutečné výhřevnosti podle relativní vlhkosti rozdílné.

Tab. 23. Výhřevnost štěpky v závislosti na relativní vlhkosti (Koutský, 2001)

Charakter štěpky	Relativní vlhkost v %	Výhřevnost GJ/t
Čerstvá	60	9,2
Zavadlá	40	10,1
Polosuchá	30	12,2
Suchá	20	14,3

3.4. Shrnutí

Z bohaté výše uvedené rešerše je zřejmé, že jednotliví autoři se navzájem od sebe liší ve svých zjištěních. Tato skutečnost je dána variabilitou materiálu (dřevní hmoty), kterou zkoumají. Nelze proto jednoznačně stanovit některé převodní koeficienty mezi technickými jednotkami. Za pomoci dostupných prací a vlastních zkušeností jsem zpracoval následující orientační převodní tabulky pro dřevinu smrk.

Tab. 24. Převodové koeficienty – smrková dendromasa, absolutní vlhkost 0 %

	Tuna	Atrotuna	Gigajoule	Plnometr	Prostorový metr
Tuna	X	1	18,8	2,33	3,64
Atrotuna	1	X	18,8	2,33	3,64
Gigajoule	0,053	0,053	X	0,123	0,19
Plnometr	0,430	0,430	8,1	X	1,56
Prostorový metr	0,275	0,275	5,17	0,64	X

Tab. 25. Převodové koeficienty – smrková dendromasa, absolutní vlhkost 50 %

	Tuna	Atrotuna	Gigajoule	Plnometr	Prostorový metr
Tuna	X	0,5	8,2	1,28	2
Atrotuna	2	X	16,4	2,25	3,52
Gigajoule	0,12	0,06	X	0,154	0,24
Plnometr	0,78	0,445	6,5	X	1,56
Prostorový metr	0,5	0,284	4,2	0,64	X

Je zapotřebí podotknout, že dosud není zcela probádáno, jak se chemické složení a struktura dendromasy mění v závislosti na „stárnutí“ a na přirozeném snižování vlhkosti. Z výše uvedených převodových tabulek vyplývá, že neplatí přímá závislost mezi procentem vlhkosti, výhřevností, hmotností a objemem.

Řada různých pokusů prokazuje, že ihned po pokácení stromů má zelená hmota jehličnatých stromů zvýšenou výhřevnost až 16 GJ/t i při vysoké vlhkosti. Tato skutečnost je zdůvodňována vysokým obsahem silic v čerstvém materiálu. Tato zvýšená výhřevnost však trvá velmi krátkou dobu po těžbě, cca 48 hodin, protože silice se po skácení stromu rychle odpařují. Tyto poznatky však podle dostupných informací dosud nebyly provozně odzkoušeny.

Pro potřeby provozní praxe jsem dále vypracoval orientační převodové koeficienty pro převod hmotnosti na objemové technické jednotky používané při výrobě lesní štěpky.

Tab. 26. Převodové koeficienty lesních štěpek z čerstvého smrkového klestu

	Plnometr	Prostorový metr	Tuna
Plnometr	X	2,3	0,7
Prostorový metr	0,4	X	0,3
Tuna	1,4	3,3	X

4. Druhy zdrojů dendromasy a biomasy ze zemědělských plodin pro energetické účely

Ke spalování je vhodná biomasa z různých druhů dřevin nebo dřevnatějících a slamnatých plodin, která má ve zcela suchém stavu velmi podobné chemické složení. Je tvořena přibližně z 44 – 48 % uhlíkem, 44 % kyslíkem a 5,5 – 6,5 % vodíkem. Z tohoto faktu vyplývá skutečnost, proč je výhřevnost biomasy různých plodin skoro stejná, obvykle se pohybuje mezi 17,5 – 19,5 MJ/kg v zcela suchém stavu. Velkou předností biopaliv oproti hnědému uhlí (nejrozšířenějšímu domácímu palivu) je, že až na výjimky neobsahují síru a jejich spalování není zdrojem SO₂. Obsah popela v biomase je velmi nízký, u dendromasy se pohybuje v průměru okolo 1 %, ale často je jeho podíl i nižší. Biomasu vhodnou pro výrobu energie je možno podle Wegera (2003) rozdělit do dvou následujících skupin:

A. Zbytková (reziduální) a recyklovaná biomasa:

- sklizňové zbytky zemědělské prvovýroby, zejména sláma obilná a řepková;
- těžební odpad z lesního hospodaření, např. z prořezávek, probírek a nehroubí z mýtní těžby (včetně tzv. palivového dříví, které může být i záměrným produktem);
- biomasa z údržby břehových porostů, městské a krajinné zeleně (např. parky, stromořadí);
- spalitelný odpad z pilařské výroby, dřevozpracujícího a papírenského průmyslu;
- organické zbytky zemědělské výroby, zejména chlévská mrva;
- organické nebo rostlinné zbytky ze zpracovatelského průmyslu, zejména mlékárenského a potravinářského (např. rostlinné obaly olejnatých semen – slunečnice, tuky);
- odpadní dřevo ze stavebního průmyslu;
- vyřazené palety a dřevěné výrobky.

B. Záměrně produkovaná biomasa pro energetické využití zejména z porostů speciálních plodin:

- dřeviny (tzv. rychle rostoucí), výmladkové plantáže topolů a vrb na zemědělské půdě;
- nedřevnaté rostliny, ozdobnice, energetické obilí a další plodiny (např. šťovík krmný);
- palivové dříví (v některých případech).

Biomasa k energetickému využití je produkována hospodářskými odvětvími:

- lesním hospodářstvím,
- dřevozpracujícím průmyslem,

- zemědělství,
- průmysl zpracování odpadů.

4.1. Lesní hospodářství

Produkce dendromasy pro energetické účely v lesním hospodářství nepředpokládá tuto produkci na úkor průmyslově využívaných sortimentů, ani totální odnímání biomasy z lesních porostů. V současné době je odhadováno, že je celosvětově využíváno méně než 50 % potenciální produkce dendromasy. Pozornost je proto zaměřena na možnosti využívání vyprodukované dendromasy, která zatím zůstává nevyužívána. V současné době se v České republice v plném rozsahu zpracovává kmenové dříví, které je 60 – 65 % vyprodukované dendromasy. Zdroje dendromasy vhodné pro další zpracování pro energetické využití jsou klest, těžební zbytky, pařezy a kořeny a sortiment zvaný palivo, tj. vyříděná hmota hroubí, která nesplňuje podmínky pro jakékoliv další technické zpracování.

4.1.1. Klest a těžební zbytky

Tento zdroj dendromasy vhodné pro energetické využití zahrnuje dosud zpravidla nezpracovávané části stromu, tj. hmotu tzv. nehroubí, která zahrnuje větve a vršky do tloušťky 7 cm a stromovou zeleň. Objem této dendromasy se pohybuje od 15 do 25 % vyprodukované dendromasy. Dalším zdrojem je dendromasa z pěstebních zásahů v mladých lesních porostech, tyčkovinách a tyčovínách. Jde o celé stromky z prořezávek a z prvních probírek, včetně větví a stromové zeleně, které nedosahují dimenzí užitkových sortimentů, nebo se výroba užitkových sortimentů z této hmoty nevyplácí. Posledním zdrojem této hmoty jsou i různé odřezky kmenových částí stromů, které nelze zatřídit do vyráběných sortimentů (nahnílé části kmene, nádory, části kmenů s nadměrnou křivostí, vidle vzniklé vrškovými zlomy apod.).

Tato dendromasa je zpracovávána podle požadavků odběratelů různými technologiemi, výsledkem jsou přesně definované komodity, např. lesní štěpka zelená, lesní měl, volně ložený klest, balený klest. Lesní štěpka zelená vzniká štěpkováním. Lesní měl vzniká drcením. Balený klest je nová technologie využívající technologie lisování a svazování vhodné dendromasy do balíků předem určených rozměrů. Technologické operace jsou

prováděny buď přímo v porostu, nebo je tento materiál dopravován na jiné místo, kde dochází k jeho zpracování.

4.1.2. Palivové dříví

Palivové dříví je sortimentem lesnické výroby, který slouží k energetickému využití. Palivové dříví je sortiment dřeva velmi nízké technologické jakosti, o jehož mechanické nebo chemické zpracování není zájem. Relativní podíl tohoto sortimentu na celkové produkci dříví neustále klesá v závislosti na postupném rozvoji technologií zpracování dřeva.

Palivové dříví se zpravidla dále technologicky nezpracovává (štěpkování, drcení), protože tento náročný energetický vklad nezvyšuje významně jeho užitnou hodnotu. Palivo se však upravuje do formy polen nebo štěpin. V minulosti byla známá palivová kola, v současnosti se palivové dříví zpracovává i na žádost zákazníka do požadovaných dimenzí podle technologických podmínek používaného kotle.

4.1.3. Pařezy a kořeny

Pařezy a kořeny jsou sice významné co se týče objemu vyprodukované biomasy, představují 10 – 15 % objemu dendromasy stromu. Klučení podzemních částí stromů se však neprovádí často, protože tato činnost je velmi pracná a nákladná. Vlastní klučení pařezů a kořenů se provádí pouze tehdy, pokud další záměry s pozemkem neumožňují jejich ponechání na pozemku (v půdě), např. při investiční výstavbě – silnice, vodní nádrže, bytová zástavba. Dále tato dendromasa je silně znečištěna zeminou, což omezuje její další využití. V lesním hospodářství se klučí pařezy vzácně na některých specifických stanovištích, např. v borových oblastech na písčích. Vzhledem k vysokému stupni znečištění může být tato hmota pouze drcena, zpravidla kladivovými drtiči.

4.2. Dřevozpracující průmysl

Při zpracování dendromasy v dřevozpracujícím průmyslu vznikají vedlejší produkty, které není možné nebo ekonomické dále zpracovávat. Tyto vedlejší produkty jsou dalším vhodným zdrojem dendromasy k energetickému využití.

4.2.1. Dřevařská štěpka hnědá

Dřevařská štěpka hnědá je směsí dřevní hmoty a kůry. Zdrojem jsou odřezky, zpravidla krajiny z pilařských provozů, ve kterých není vyřešeno odkorňování před vlastním pořezem. Nejčastěji je dřevařská štěpka hnědá energeticky využívána ve vlastním provozu nebo je prodávána drobným odběratelům. Tento materiál je i v některých případech využíván pro výrobu dřevodesek (např. Kronospan Jihlava, Dřevozpracující družstvo Lukavec).

4.2.2. Dřevařská štěpka bílá

Dřevařská štěpka bílá je štěpka vyrobená pouze štěpkováním z odkorněné dřevní hmoty za účelem dalšího zpracování v celulózo-papírenském průmyslu. Zdrojem jsou odřezky, tj. zpravidla krajiny z pilařských provozů, které odkorňují pilařskou kulatinu před vlastním pořezem. Vzhledem k technologické náročnosti se předpokládá vyšší zhodnocení tohoto materiálu, proto tento zdroj je zřídka využíván pro energetické využití.

4.2.3. Kůra

Moderní dřevozpracující provozy z důvodu vyššího zhodnocení dendromasy odkorňují pilařskou kulatinu před jejím pořezem. Separovaná kůra je vhodnou dendromasou k energetickému využití. Konkurencí energetice jsou zahradnické firmy, které tento materiál dále upravují a používají k mulčování v parcích a zahradách.

4.2.4. Piliny

Piliny jsou specifickým druhem dezintegrované dřevní suroviny, která vzniká podélným i příčným řezáním dříví. Typický je její malý rozměr – zpravidla v mm a vysoký podíl dřevního prachu. Při kalkulacích se vychází z pořezových schémat, která v průměru udávají, že produkce pilin dosahuje 10 – 13 % z celkového objemu dříví určeného k pořezu. Tento materiál se hojně využívá k energetickým účelům. Piliny jsou často dále zušlechťovány dalším technologickým zpracováním. Bio-brikety nebo dřevěné pelety jsou vysoce

zušlechtěným palivem pro komfortní otopné systémy. Piliny jsou též využívány k výrobě aglomerovaných desek, popř. jiných lisovaných dřevěných výrobků..

4.2.5. Kusové dříví – odřezky

Pojmem kusové dříví jsou označovány nestandardní odřezky a zbytky z manipulace a třídění dřeva. Hodnota tohoto materiálu je poměrně nízká, spotřebiteli tohoto materiálu jsou převážně vlastní kotelny zpracovatele nebo domácnosti. Toto kusové dříví je pouze vzácně štěpkováno nebo drceno k energetickému využití.

4.3. Energetické plodiny

Poměrně novým zdrojem biomasy jsou porosty speciálních plodin na zemědělské půdě, jejichž cílem je záměrná produkce biomasy k energetickému nebo průmyslovému využití. Jsou to druhy dřevin, trvalek nebo bylin, které jsou schopné vysokého výnosu nadzemní biomasy. Jejich růst a zejména objemová produkce (tuny/hektar/rok) při intenzivním pěstování výrazně převyšuje průměrné hodnoty ostatních plodin ve sledované oblasti. Pro rychle rostoucí dřeviny považujeme za nadprůměrné výnosy od 8 – 10 tun a za vynikající nad 15 tun sušiny/ha/rok (100% sušiny) v průměru za celou dobu existence plantáže (Weger 2003).

Tento způsob produkce biomasy se začal rozvíjet v posledních dvou desetiletích v západní Evropě a experimentálně také v některých oblastech Severní Ameriky. Zatím nejpropracovanější způsob je produkce dendromasy, který je v češtině nejčastěji označován jako výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin. Na rozdíl od dobře známých lesnických lignikultur topolů, které jsou sklizeny po 15 – 30 letech růstu, jsou výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě sklizeny ve velmi krátkém období (tzv. minirotace) 3 – 7 let, kterou je možné opakovat několikrát po sobě bez nutnosti nové výsadby. Jejich produktem je dendromasa využitelná zatím hlavně jako palivo (vytápění, sdružená výroba elektřiny). Záměrná produkce biomasy se může v brzké době stát důležitým aspektem v trendu využívání biomasy díky unifikované kvalitě, dobré plánovatelnosti produkce a ekonomicko-sociálním přínosům.

Mezi pozitivní faktory situace v ČR, z hlediska záměrného pěstování biomasy, patří velká rozloha tzv. marginálních zemědělských půd s nižším produkčním potenciálem z hlediska běžné zemědělské produkce. ČR je ve srovnání s průměrem EU zemí s vysokým zorněním zemědělské půdy (73,8 % proti 53,5 %), která pokrývá 54,3 % rozlohy státu (v EU je to jen 41,5 %). Velká část zemědělské půdy (45 %) navíc leží v horských a podhorských oblastech s členitým kopcovitým terénem a tvrdými klimatickými podmínkami, kde v dnešní době není intenzivní zemědělská výroba ekonomicky efektivní. Od roku 1990 narůstá rozloha neobdělávané půdy o 25 000 – 30 000 ha ročně a podle odhadů Mze (1999) je celková rozloha neobdělávané půdy 300 000 ha (7 % zemědělského půdního fondu). Tato půda je potenciálně využitelná pro rychle rostoucí dřeviny a jiné energetické plodiny. Dále lze k pěstování biomasy využít půd tzv. problémových, které jsou nevhodné pro potravinářskou produkci v důsledku nevhodné lidské činnosti. Jejich rozloha se odhaduje na 54 000 ha. Po katastrofálních záplavách ve Slezsku a na Moravě v roce 1996 se také objevila možnost a zájem využít plantáže rychle rostoucích dřevin na nově vzniklých náplavách a sedimentech, které nejsou pro klasickou rostlinnou výrobu vhodné (kamenitost, špatná kapilarita, málo humusu) (Weger 2003).

K energetickým účelům lze využít jak tradiční zemědělské plodiny (pšenice, tritikale), tak i netradiční byliny s vysokými výnosy sušiny (chřastice rákosovitá, šťovík). Dalším významným zdrojem je zbytková biomasa (sláma obilovin, kukuřice). Jedním z významných faktorů uplatnění biopaliv rostlinného původu je ekonomika jejich výroby a schopnost konkurovat ostatním srovnatelným palivům na trhu.

Náklady na jednotku základního energetického produktu z biomasy (řezanka, lisované balíky) většiny vybraných energetických plodin se bez dotací pohybují cca od 1000 do 1600 Kč/t, při využití dotací se celkové náklady na jednotku energetického produktu sníží na cca 520 až 1200 Kč/t. Ekonomicky výhodné se jeví využití zbytkové biomasy po sklizni při současném tržním využití hlavního produktu (tritikale, kukuřice), kde náklady na jednotku energetického produktu se pohybují cca od 470 do 790 Kč/t. Bez dotací jsou ekonomicky výhodné jen energetické produkty ze zbytkové biomasy (tritikale, kukuřice), ostatní nejsou na současném trhu paliv ekonomicky konkurenceschopné. Při využití stávajících dotací se konkurenceschopnost těchto plodin výrazně zlepšuje.

Energetický produkt ve formě řezanky nebo lisovaných balíků je účelné využívat především v místě vzniku, doprava na větší vzdálenosti výrazně zhoršuje ekonomiku. Technologicky je pak vhodný pro velké teplárny a elektrárny, případně pro kotelny místního dálkového vytápění. Pro vytvoření plošného trhu s biopalivy a jejich využívání pro lokální vytápění rodinných domků je vhodnější biomasa ve formě briket nebo pelet.

Záměrně pěstované energetické plodiny se budou z hlediska výsledné ekonomiky na trhu paliv bez dotací jen obtížně prosazovat. S využitím dotací se ekonomika energetických plodin a jejich konkurenceschopnost na trhu paliv výraznělepší.

4.4. Průmysl zpracování odpadů

Všechny výrobky, které člověk používá, podléhají opotřebením a mají omezenou technickou životnost. Předností výrobků ze dřeva je jejich poměrně bezproblémová likvidace. Tyto dřevěné odpady vznikají nejen v domácnostech, ale s rozvojem dopravy se hromadí nevratné dřevěné obaly a palety, poškozené vratné dřevěné palety, dále již nepoužitelné stavební dříví, železniční pražce atd. Objem tohoto materiálu je velký, pro jeho další zpracování je nutno zajistit jeho koncentraci. Tato dřevní hmota se dále zpracovává drcením na měl pro energetické účely. K tomuto účelu jsou zkonstruovány speciální drtiče s odlučovačem kovových částí z rozdrceného materiálu.

Využívání tohoto materiálu však podléhá přísnějším podmínkám pro jeho spalování, protože často je tento materiál znečištěn nebezpečnými látkami, železniční pražce dehtem, dřevotřískové desky obsahují formaldehydy atd. Využívání těchto zdrojů je proto možné ve speciálních topeništích s vysokou teplotou spalování.

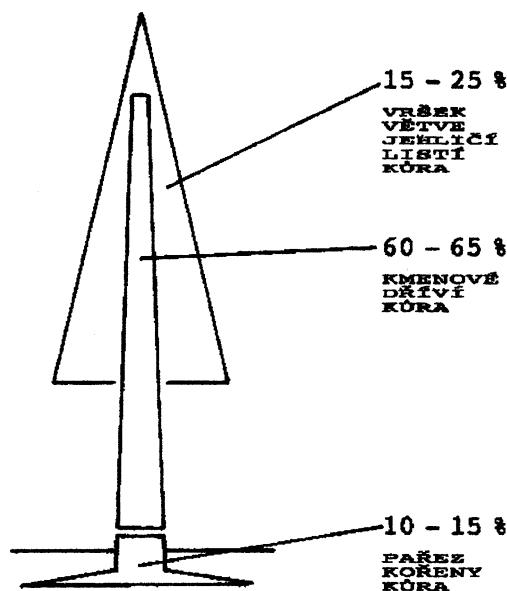
5. Potenciál dendromasy

V širokém slova smyslu bychom mohli potenciál dendromasy vhodné k energetickému využití definovat jako potenciál veškeré dendromasy vyprodukované přírodními silami za časovou jednotku, např. rok. Tato definice odpovídá skutečnosti v průmyslově nerozvinutých oblastech, kde neexistují dřevozpracovatelské kapacity a veškerá dendromasa je využívána domorodým obyvatelstvem k energetickým účelům. Často z důvodu nedostatku jiných zdrojů energie je využívána i podzemní dendromasa.

Při definování potenciálu dendromasy vhodné k energetickému využití v průmyslově rozvinutých zemích musíme zpracovat limitu nabízené ceny za tuto dendromasu. V současnosti je téměř veškerá dendromasa splňující podmínky hroubí, tj. nadzemní část stromu od 7 cm průměru s kůrou, bez hmoty pařezu (Roček in Lesnický naučný slovník 1994), prodejná k průmyslovému využití za ceny vyšší než je tržní cena dendromasy k energetickému využití. Podzemní dendromasa (pařezy a kořeny) není vhodná pro energetické využití, i když tomu tak v minulosti vždycky nebylo. Dobývání podzemní dendromasy je velmi energeticky i finančně náročné, hodnota takto získané dendromasy nepokrývá náklady vynaložené na její získání. Dále je podzemní dendromasa silně znečištěna zeminou a nerosty, což snižuje další možnost jejího využití ve standardních spalovacích zařízeních. Dobývání podzemní dendromasy nelze považovat za vhodné ani z ekologického pohledu, protože dochází k poškozování půdního prostředí.

Dendromasa vhodná pro energetické využití v průmyslově rozvinutých zemích je nadzemní dendromasa nevhodná k průmyslovému využití, tj. hmota nehroubí a těžební zbytky. V literatuře se uvádí (Johansson, Wernius 1974 in: Simanov 1993), že dendromasa vhodná pro energetické využití je 15 – 25 % veškeré vyprodukované dendromasy.

Graf. 2. Rozdělení vyprodukované dendromasy (Johansson a Wernius, 1974, in Simanov, 1993)



Část hmoty hroubí v řádech jednotek procent je též využívána jako palivo. V rámci technologie zpracování hroubí se určitý objem dendromasy stává druhotným produktem vhodným pro energetické využití, zejména kůra a piliny. Výrobky ze dřeva, včetně papíru a lisovaných deskových materiálů, se po skončení jejich životnosti stávají vhodným zdrojem pro energetické využití. Tento zdroj lze nazvat potenciál dendromasy druhotně vhodné pro energetické využití.

Dendromasa druhotně vhodná pro energetické využití je hmota hroubí v různých fázích zpracování nebo užívání. Dendromasa druhotně vhodná pro energetické využití zahrnuje druhotné produkty zpracování dřeva, např. kůru a piliny, výrobky ze dřeva, včetně papíru a lisovaných deskových materiálů, po skončení jejich životnosti a hmotu hroubí, která byla primárně využita jako palivo. Potenciál dendromasy druhotně vhodné pro energetické využití se rovná výši těžby hroubí, využitelnost tohoto potenciálu je v čase a prostoru rozdílná od času a místa těžby (pěstování) biomasy.

5.1. Analýza metod stanovení potenciálu dendromasy pro energetické využití

Potenciál dendromasy vhodné pro energetické využití byl v minulosti předmětem práce několika autorů. Přístup k řešení tohoto problému byl řešen dvěma rozdílnými přístupy:

- a) stanovením metody pro výpočet potenciálu dendromasy vhodné pro energetické využití,
- b) výpočtem potenciálu dendromasy vhodné pro energetické využití pro území České republiky.

V literatuře jsou uváděny (Simanov 1993) metody pro výpočet potenciálu dendromasy vhodné pro energetické využití vycházející z výše těžeb hroubí bez kůry nebo z výměry lesní půdy. Metoda Simanova vychází z výše vytěženého hroubí bez kůry v dané oblasti a je vhodná pro větší území s vyrovnaným objemem těžeb. Metoda Poláková vychází naopak z výměry lesní půdy průměrné bonity. Obě tyto metody byly využity pro kalkulaci potenciálu dendromasy vhodné pro energetické využití. Pro výpočet podle metody Simanova byl použit celkový průměrný přírůst hroubí bez kůry za období 2002 – 2005 a pro výpočet podle Polákovy metody byla použita výměra lesních pozemků České republiky k 31. 12. 2005, výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 27.

V literatuře se Alexandr a Roček (1991) odkazují na studii Ministerstva lesního a vodního hospodářství z roku 1987 zabývající se vyčíslením potenciálních zdrojů lesní stromové biomasy v lesích České republiky, viz příloha č.2. Tato studie byla zpracována v době, kdy výroba lesní štěpky byla stranickým úkolem. Výsledky studie s vyloučením dendromasy pařezů a kořenů jsou uvedeny též v tabulce č. 27.

Tab. 27. Potenciál dendromasy vhodné pro energetické využití

	mil. m ³	mil. tun	PJ
Simanovova metoda	3,41	2,39	19,1
Poláková metoda	2,75	1,93	15,4
Studie MLVH (1997)	2,67	1,87	15,0
Szomolányiová (2005)	2,05	1,44	11,5

Na internetu publikovala Szomolányiová (2005) studii Náklady a potenciál využití biomasy v České republice. Tato práce potvrzuje poměrně malý potenciál lesního hospodářství ve srovnání s energetickými plodinami, hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 28.

Tab. 28. Potenciál biomasy vhodné pro energetické využití (Szomolányiová, 2005)

	mil. m ³	mil. tun	PJ
Biomasa celkem	X	X	195,14
z toho			
Energetické plodiny	X	X	161,17
Dendromasa	2,05	1,44	11,5

V literatuře se Weger (2003) odkazuje na práci britské firmy CSM z roku 1997, která zpracovala studii potenciálu obnovitelných zdrojů energie v ČR. Jedním z výstupů bylo stanovení možného potenciálu instalovaného výkonu zařízení využívajících zjištěný potenciál na výrobu tepelné a elektrické energie, který je uveden v příloze č.3. Výstupy této studie dopracované autorem jsou uvedeny v tabulce č. 29.

Tab. 29. Potenciál obnovitelných zdrojů energie (CSM, 1997, in Weger, 2003)

Obnovitelné zdroje energie	Možný instalovaný výkon z biomasy		Spotřeba*
	MWh	GJ	PJ
Biomasa celkem	61 349	222 857	1 574,9
z toho			
Energetické plodiny	51 868	186 725	1319,5
Rychle rostoucí dřeviny	4 703	16 931	119,6
Dendromasa	502	1 807	12,8
z toho k výrobě elektřiny	109	392	2,8
k výrobě tepla	353	1271	9,0

* Při provozování instalovaného výkonu 265 dnů v roce a účinnosti 90 %

Z prezentované studie a po srovnání s jinými expertními odhady potenciálu produkce biomasy byly prezentovány tyto závěry (Weger, Jiránek 2003):

- Česká republika patří podle různých analýz mezi země s relativně vysokým potenciálem biomasy, který se pohybuje okolo 9 – 12,5 mil. tun suché hmoty za rok.

- Z toho množství je okamžitě k dispozici 5,1 – 6,5 mil. tun tzv. zbytkové biomasy.
- V současnosti je podle odhadů MŽP využíváno okolo 1,9 mi. tun, což je přibližně 1/3 potenciálu zbytkové biomasy a 1/5 realizovatelného potenciálu biomasy.
- Studie potenciálu biomasy jsou vhodným nástrojem pro rozhodování státní správy a samosprávy o regionální podpoře zdrojů využívajících biomasu.
- V případě, že by byl odhadovaný potenciál biomasy rozvinut a využit včetně záměrně pěstované biomasy formou výmladkových plantáží RRD, biomasa by se mohla podílet na energetické bilanci ČR až 12 % v horizontu desítek let.

Ve všech výše uvedených pracích a metodách autoři uvádějí, že je vyčíslován potenciál dendromasy vhodné pro energetické využití. Tuto definici si však autoři nevykládají shodně.

Zatímco v obou výpočtových metodách i ve studii MLVH je potenciál chápán jako veškerá dendromasa vhodná pro energetické využití bez ohledu na možnost jejího skutečného využití. Skutečně využitelný objem je (z ekonomických, ekologických i technických důvodů a intenzitě regionální poptávky) podstatně nižší.

V posledních dvou studiích je již proveden odhad využitelnosti celkového potenciálu. Potenciál dendromasy vhodné pro energetické využití je v těchto pracích snížen o objem dendromasy, kterou není vhodné nebo nelze z jakýchkoliv důvodů zpracovat a dopravit na místo spotřeby. Potenciál dendromasy vhodné pro energetické využití je v těchto pracích definován jako využitelná výhřevnost dendromasy v místě spotřeby.

Nadzemní dendromasa vhodná pro jiné než energetické využití, hmota hroubí, byla v roce 2005 vytěžena ve výši 15,5 mil. m³. Tento zdroj lze nazvat potenciál dendromasy druhotně vhodné pro energetické využití. Výhřevnost ročního potenciálu dendromasy druhotně vhodné pro energetické využití, která se rovná roční těžbě hroubí, je 87 PJ.

I potenciál dendromasy druhotně vhodné pro energetické využití je možno využít jako primární zdroj energie pouze částečně. Použitelnost tohoto zdroje je omezena jeho koncentrací a znečištěním v rámci technologického zpracování dříví (přítomnost chemických látek, které znehodnocují tento zdroj). Vedlejší produkty vznikající v rámci zpracování dřeva

dosahují až 30 % objemu zpracovávané dendromasy. Využitelnost potenciálu dendromasy druhotně vhodné pro energetické využití je odhadována autorem ve výši 45 – 50 %.

5.2. Srovnání výsledků analýzy potenciálu dendromasy pro energetické využití se státní energetickou koncepcí

Tabulková část státní energetické koncepce ČR uvádí údaje v různých technických jednotkách i v nejednotné struktuře. Potřebné údaje autor zpracoval na společnou technickou jednotku PJ a jsou uvedeny v tabulce č. 30. Státní energetická koncepce ČR neuvádí žádné konkrétní hodnoty o plánované primární spotřebě dendromasy, dendromasa je zahrnuta v položce biomasa.

Tab. 30. Spotřeba primárních zdrojů pro výrobu energie v PJ (MPO, 2004)

Rok		2005	2030
Spotřeba primárních zdrojů energie celkem		1 730	1 797
	z toho obnovitelné zdroje	93	283
	z toho biomasa	62	242
	z toho výroba elektřiny	15	54
	z toho biomasa	6	40
	z toho centralizované výroby tepla	33	109

Výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů je však nekonkurenceschopná ve srovnání s náklady na výrobu elektrické energie z fosilních paliv nebo z jádra. Stát proto zavedl regulované výkupní ceny pro elektrickou energii z obnovitelných zdrojů, které jsou několikanásobně vyšší než ceny elektrické energie ze standardních zdrojů. Výkupní cena elektrické energie z dendromasy z nehroubí a těžebních zbytků je cca trojnásobně vyšší než výkupní ceny elektrické energie ze standardních zdrojů.

Vyšší výkupní cena elektrické energie z obnovitelných zdrojů znamená, že na její výrobu je možno vynaložit při stejné efektivnosti trojnásobně vyšší náklady než na energii ze standardních zdrojů. Využívání obnovitelných zdrojů energie vyžaduje použití neobnovitelných zdrojů (výroba strojů a zařízení, pohonné hmoty na přibližování, štěpkování, dopravu). Vyšší náklady na výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů znamenají vyšší

vynaložení energií (neobnovitelných zdrojů energie, spotřeby materiálu a lidské práce) na její výrobu. Každá podpora, v daném případě vyšších než tržních cen, je krytím společensky neproduktivních nákladů a deformací tržních i společenských principů. Správnou cestou je zatížení neobnovitelných zdrojů náklady na udržení a ochranu přírodního prostředí tak, aby tržní principy zůstaly zachovány. Náklady na udržení a ochranu přírodního prostředí mohou mít daňový charakter (ekologická nebo spotřební daň).

Výroba tepelné energie není v rámci Státní energetické koncepce ČR podporována. Tzv. podpora výroby tepla je pouze striktní příkaz investorům, byť v rámci platných zákonů, využívat obnovitelných zdrojů energie. Jde tedy o legislativní pokřivení podnikatelského prostředí a porušení rovnosti pravidel podnikání.

Každoročně podle § 7 zákona č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie vydává Ministerstvo průmyslu a obchodu ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí a Energetickým regulačním úřadem „Zprávu o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů“. Tato zpráva je vydávána až v prosinci následujícího roku, proto jsou uváděny poslední známé údaje, tj. z roku 2005. Skutečné využití biomasy za rok 2005 je uvedeno v tabulce č. 31.

Tab. 31. Energetické využití biomasy v roce 2005 v tis. tun (MPO, 2006)

Energetické využití biomasy	Výroba		Celkem	
	elektřiny	tepla	tis. tun	PJ
Biomasa	390	1 966	2 356	X
z toho štěpky, piliny, kůra, dřevní odp.	199	852	1 051	8,7
palivové dřevo	X	62	62	0,5
brikety a pelety	3	3	6	0,1
Odhad spotřeby dřeva v domácnostech *)	X	X	2 852	22,8 (18,2)
Vývoz biomasy	X	X	330	2,6
Celkem biomasa k energetickým účelům	X	X	5 539	X
z toho dendromasa, včetně nelesní	202	917	4 301	34,7 (30,1)

*) V závorce je uvedena hodnota vztahující se k lesní dendromase.

Lesní štěpka není ani v tomto materiálu uváděna samostatně, ale je zahrnuta do jedné skupiny společně s pilinami, kůrou a dřevním odpadem. Skupina piliny, štěpka, kůra a dřevní odpad vykázala v roce 2005 celkovou spotřebu 1 051 tis. tun, z toho pro výrobu elektřiny 199 tis. tun a pro výrobu tepla 852 tis. tun. Samostatně je dále evidováno palivové dřevo, které je zahrnováno do hroubí, brikety a pelety. Pro úplnost je statistika doplněna odhadem spotřeby dřeva v domácnostech. Tento odhad zahrnuje veškeré dřevo, tj. dříví z lesních i nelesních pozemků. Kvalifikovaným odhadem autor stanovil podíl dendromasy z lesních pozemků ve výši 80 %. Určitý podíl biomasy (nikoliv pouze dendromasy) vhodné k energetickým účelům je z České republiky vyvážen. V roce 2005 bylo mimo území České republiky vyvezeno 330 tis. tun biomasy vhodné pro energetické využití. Všechny prověřované vývozy měly charakter dendromasy vhodné pro energetické využití.

Statistika uvádí množství v tis. tun. Tyto hodnoty nelze přesně přepočítat na srovnatelnou technickou jednotku - výhřevnost, protože nejsou uvedeny údaje o vlhkosti a kvalitě dodávané suroviny. Pro potřeby této práce byla použita výhřevnost 8 GJ/tunu, která odpovídá čerstvé jehličnaté dendromase. Tato výhřevnost je využita pro všechny druhy ve statistice uváděné dendromasy s výjimkou briket a pelet. Brikety a pelety jsou zušlechtěné palivo pro automatické otopné systémy s nízkou relativní vlhkostí a vysokou výhřevností, cca 19 GJ/tunu.

5.3. Vyhodnocení státní energetické koncepce

Státní energetická koncepce ČR schválená vládou ČR dne 10. března 2004 předpokládá v období 2005 – 2030 nárůst spotřeby energetických zdrojů o pouhých 3,87 %, tj. průměrně o 0,15 % ročně. Tento stav lze definovat jako stagnaci primární spotřeby energetických zdrojů v České republice.

Podíl obnovitelných zdrojů na spotřebě primárních zdrojů státní energetická koncepce ČR předpokládá navýšit z 5 – 6 % v roce 2005 na 15 – 16 % v roce 2030, tj. trojnásobně. Pokud tento záměr vyjádříme v GJ, je plánován nárůst spotřeby primárních zdrojů z 93 PJ na 283 PJ.

Potenciál dendromasy vhodné pro energetické využití je v ČR 15 – 19 PJ. Ekonomické, ekologické i technické důvody a intenzita regionální poptávky tento potenciál snižuje. Snížení je dle výše uvedených faktorů v rozsahu 15 – 40 %. Skutečná využitelnost potenciálu je v ČR 11,5 – 12,8 PJ, tento zdroj může zajistit 0,64 – 0,71 % primární spotřeby energie v ČR.

Potenciál dendromasy druhotně vhodné pro energetické využití je v ČR je 87 PJ. Export surového dříví i výrobků ze dřeva, nedostatečná koncentrace některých zdrojů a znečištění v rámci technologického zpracování dříví snižuje potenciál dendromasy druhotně vhodné pro energetické využití o 50 – 55 %. Skutečná využitelnost potenciálu je v ČR 39 – 44 PJ, tento zdroj může zajistit 2,17 – 2,45 % primární spotřeby energie ČR.

V roce 2005 bylo k energetickým účelům využito 30,1 PJ dendromasy. Využitelný potenciál dendromasy vhodné i druhotně vhodné k energetickému využití je 50,5 – 56,8 PJ. Možnosti dendromasy byly v roce 2005 využity z 53 – 60 %. Podíl dendromasy na plánované primární spotřebě obnovitelných zdrojů pro energetické využití v roce 2005 dosáhl 32,4 %.

Předmětem podpory prostřednictvím regulované výkupní ceny je pouze výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Výkupní cena elektrické energie z klestu, z těžebních zbytků a z materiálově nevyužitelných zbytků z dřevařských výrob je trojnásobně vyšší než cena elektrické energie ze standardních zdrojů. Přes tuto podporu bylo k výrobě elektrické energie využito 1,6 PJ dendromasy, tj. 5,3 % dendromasy využité k primární spotřebě energie.

Dendromasa je vhodným primárním zdrojem pro energetické využití. V současnosti je již tento obnovitelný zdroj využíván z 53 – 60 % a zajišťuje 32,4 % primární spotřeby obnovitelných zdrojů pro energetické využití. Plánovaný nárůst spotřeby primárních zdrojů na výrobu energie z 93 PJ na 283 PJ, tj. o 190 PJ, lze krýt dendromasou pouze ve výši 20,4 – 26,7 PJ, což je z 10,7 – 14 %. Rozhodující podíl na zvýšení obnovitelných zdrojů pro energetické využití musí být kryt z jiných obnovitelných zdrojů.

V případě vyvíjení tlaku na zvýšení objemu dendromasy nad využitelný potenciál, bude narušena rovnováha mezi přírůstem a využitím dendromasy. Pokud by dlouhodobě byla rovnováha porušena, stala by se dendromasa neobnovitelným zdrojem energie.

Přes podporu výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů bylo k jiným účelům bez jakýchkoliv podpor využito 94,7 % spotřeby dendromasy. Z této skutečnosti je zřejmé, že podpora směřovaná výrobcům elektrické energie není stimulující pro rozvoj využívání obnovitelných zdrojů energie. Dendromasa je vhodná pro energetické využití v blízkosti místa její výroby, nikoliv ve velkých elektrárenských provozech vzdálených od místa výroby.

Cílem společnosti je zajistit potřebné množství energie s nízkými náklady při maximální ochraně životního prostředí. Jedním z možných řešení je daňové zatížení neobnovitelných zdrojů, které umožní využívání obnovitelných zdrojů v místě s nejnižšími společenskými náklady.

6. Metoda stanovení potenciálu pro konkrétní zájmové území

Vlivem dotační politiky EU vzrůstá zájem o budování energetických i teplárenských zdrojů využívajících trvale obnovitelných surovin. Jde o investice nejen dotované, ale dokonce i s garantovaným odběrem elektrické energie za garantované ceny. Každá surovina je však trvale obnovitelnou pouze do určité míry, tj. pokud se využívá ve stejném časovém období množství, které za stejnou dobu je schopno přirůst.

Na úvod každého investičního záměru je nutno zpracovat investiční studii, která nejen posoudí technické možnosti, ekonomickou návratnost, vliv na životní prostředí, ale i dostupnost potřebného množství paliva. Pokud se jedná o investiční záměry malého rozsahu, stačí zpravidla příslib dodávek od sousedních vlastníků lesů nebo dřevozpracujících podniků.

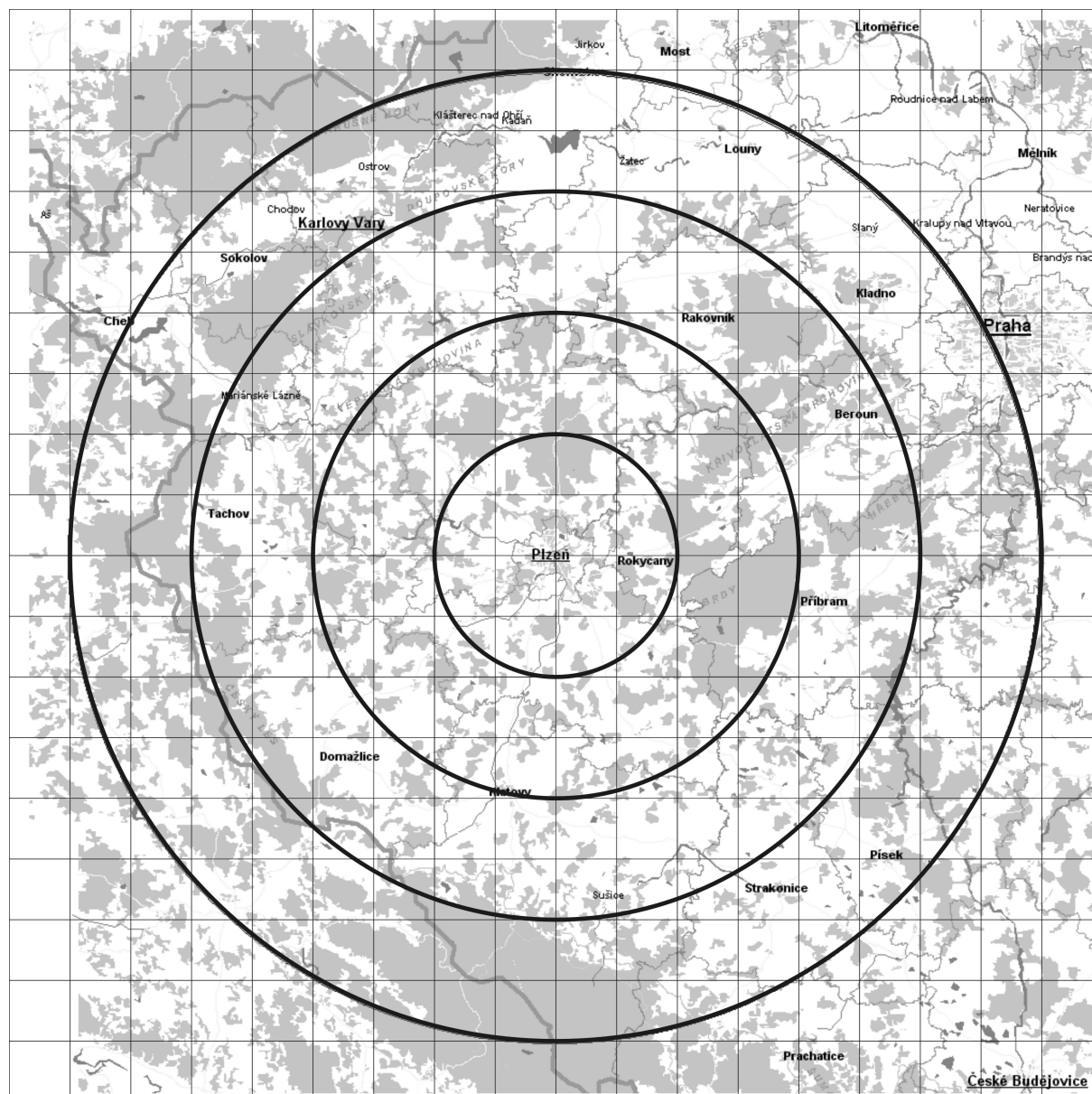
Pokud však investor chce přistoupit k velké investici s potřebou desítek nebo dokonce stovek tisíc tun paliva z trvale obnovitelných zdrojů, stává se nejužším místem právě zajištění dodávek paliva. Pro tyto účely bylo potřeba stanovit metodu stanovení potenciálu konkrétního zájmového území.

Zpracovaná metoda byla poprvé využita pro stanovení potenciálu dendromasy vhodné pro energetické využití pro investiční záměr Plzeňské teplárenské, a.s.. Bylo vybráno území do 80 km od města Plzně, které zahrnuje plochu přes 20 tis. km², což odpovídá jedné čtvrtině rozlohy České republiky. Toto území bylo dále rozděleno na středovou oblast o vzdálenosti do 20 km od místa spotřeby (Oblast I) a na tři mezikruží odstupňované po 20 km (Oblast II, III a IV).

Tab. 32. Rozčlenění zájmové oblasti

Zájmová Oblast	Vzdálenost od místa spotřeby	Plocha kruhu a mezikruží	
	Km	tis. km ²	%
Oblast I	0 – 20	1,26	6,3
Oblast II	20 – 40	3,77	18,8
Oblast III	40 – 60	6,28	31,2
Oblast IV	60 – 80	8,79	43,7
Zájmová oblast celkem		20,10	100,0

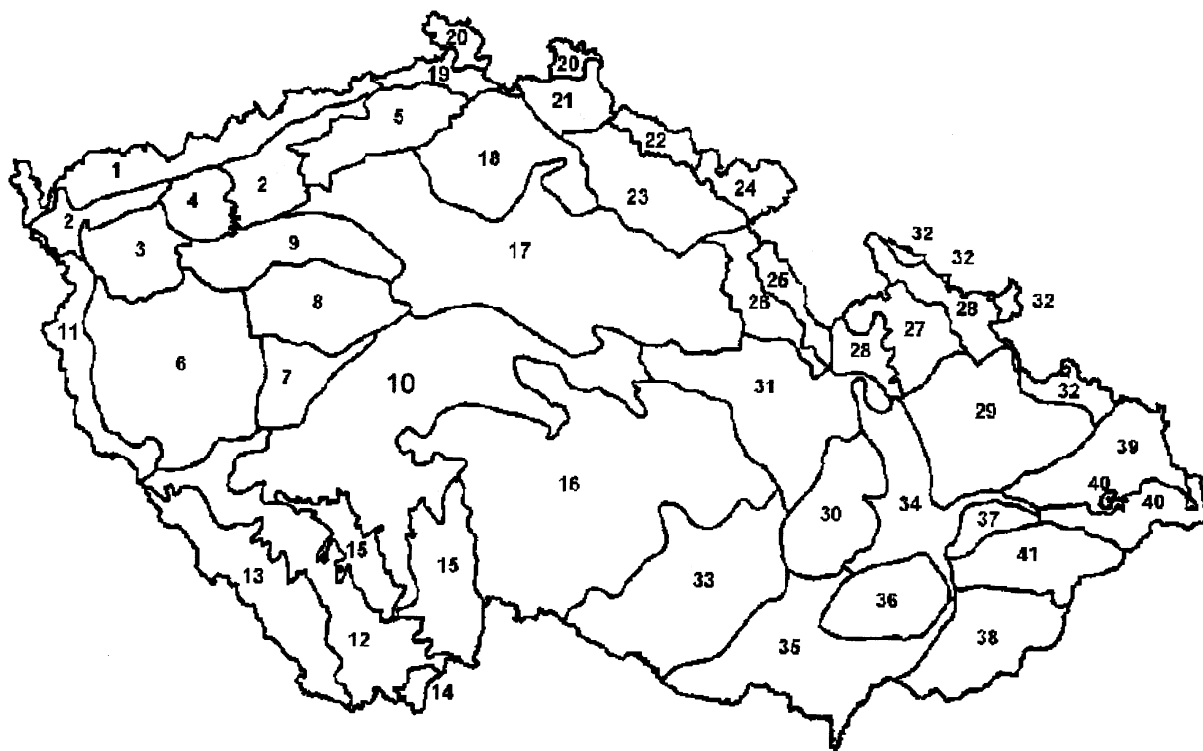
Obr. 1. Zájmová oblast – území do 80 km od města Plzně



6.1. Přírodní lesní oblasti

Pro celé území České republiky jsou v souladu s ustanovením § 24 zákona č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon) zpracovány oblastní plány rozvoje lesů. Oblastní plány rozvoje lesů jsou zpracovávány na dobu 20 let pro území přírodní lesní oblasti. V České republice je vymezeno v souladu s vyhláškou č. 83/1996 o zpracování oblastních plánů a o vymezení hospodářských souborů 41 přírodních lesních oblastí. Oblastní plány rozvoje lesů zpracovává organizační složka státu – Ústav pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL) a schvaluje Ministerstvo zemědělství.

Obr. 2. Přírodní lesní oblasti v České republice – vyhláška 83/1996 Sb.



- | | |
|--|--|
| 1. KRUŠNÉ HORY | 22. KRKONOŠE |
| 2. PODKRUŠNOHORSKÉ PÁNVE | 23. PODKRKONOŠÍ |
| 3. KARLOVARSKÁ VRCHOVINA | 24. SUDETSKÉ MEZIHOŘÍ |
| 4. DOUPOVSKÉ HORY | 25. ORLICKÉ HORY |
| 5. ČESKÉ STŘEDOHOŘÍ | 26. PŘEDHOŘÍ ORLICKÝCH HOR |
| 6. ZÁPADOČESKÁ PAHORKATINA | 27. HRUBÝ JESENÍK |
| 7. BRDSKÁ VRCHOVINA | 28. PŘEDHOŘÍ HRUBÉHO JESENÍKU |
| 8. KŘIVOKLÁTSKO A ČESKÝ KRAS | 29. NÍZKÝ JESENÍK |
| 9. RAKOVNICKO-KLADENSKÁ PAHORKATINA | 30. DRAHANSKÁ VRCHOVINA |
| 10. STŘEDOČESKÁ PAHORKATINA | 31. ČESKOMORAVSKÉ MEZIHOŘÍ |
| 11. ČESKÝ LES | 32. SLEZSKÁ NÍŽINA |
| 12. PŘEDHOŘÍ ŠUMAVY A NOVOHRADSKÝCH HOR | 33. PŘEDHOŘÍ ČESKOMORAVSKÉ VRCHOVINY |
| 13. ŠUMAVA | 34. HORNOMORAVSKÝ ÚVAL |
| 14. NOVOHRADSKÉ HORY | 35. JIHOMORAVSKÉ ÚVALY |
| 15. JIHOČESKÉ PÁNVE | 36. STŘEDOMORAVSKÉ KARPATY |
| 16. ČESKOMORAVSKÁ VRCHOVINA | 37. KELEČSKÁ PAHORKATINA |
| 17. POLABÍ | 38. BÍLÉ KARPATY A VIZOVICKÉ VRCHY |
| 18. SEVEROČESKÁ PÍSKOVCOVÁ PLOŠINA A ČESKÝ RÁJ | 39. PODBESKYDSKÁ PAHORKATINA |
| 19. LUŽICKÁ PÍSKOVCOVÁ VRCHOVINA | 40. MORAVSKOSLEZSKÉ BESKYDY |
| 20. LUŽICKÁ PAHORKATINA | 41. HOSTÝNSKOVSETÍNSKÉ VRCHY A JAVORNÍKY |
| 21. JIZERSKÉ HORY A JEŠTĚD | |

6.1.1. Přírodní lesní oblasti v zájmovém území

Zájmová oblast ve tvaru kružnice se středem v centru města Plzně, kde se v areálu Plzeňské teplárenské a.s. předpokládá místo budoucí spotřeby, byla rozdělena čtvercovou sítí 10 x 10 km a byly zjištěny katastrální výměry jednotlivých přírodních lesních oblastí v kruhu a mezikružích odstupňovaných po 20 km. Odhad katastrální výměry byl proveden s přesností 10 km², což je pro danou studii přesnost dostatečná. V zájmové oblasti se nachází celkem 16 přírodních lesních oblastí a více jak 10 % území se nachází ve Spolkové republice Německo. Zahraniční území nebylo předmětem dalšího zkoumání.

Tab. 33. Katastrální výměry jednotlivých přírodních lesních oblastí v tis. km² podle vzdálenosti od místa spotřeby

Přírodní lesní oblast		Oblast				Celkem
		I	II	III	IV	
1	Krušné hory				0,21	0,21
2	Chebská a Sokolovská pánev			0,07	0,87	0,94
3	Karlovarská vrchovina			0,60	0,49	1,09
4	Doupovské vrchy			0,22	0,48	0,70
5	České středohoří				0,02	0,02
6	Západočeská pahorkatina	1,20	2,02	0,77		3,99
7	Brdská vrchovina	0,03	0,69	0,20	0,06	0,98
8	Křivoklátsko a Český Kras	0,03	0,53	0,83	0,16	1,55
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina		0,33	0,79	0,61	1,73
10	Středočeská pahorkatina		0,02	1,44	1,48	2,94
11	Český les			0,51	0,57	1,08
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor		0,18	0,60	0,48	1,26
13	Šumava			0,17	0,56	0,73
15	Českobudějovická pánev				0,16	0,16
16	Českomoravská vrchovina				0,08	0,08
17	Polabí				0,32	0,32
	Spolková republika Německo			0,08	2,24	2,32
Celkem		1,26	3,77	6,28	8,79	20,10

6.1.2. Rozsah dat zpracovaných z oblastních plánů rozvoje lesů

Z platných oblastních plánů rozvoje lesů byly zpracovány pro každou ze 16 zájmových přírodních lesních oblastí následující přehledné tabulky:

- výměry a lesnatost,
- zásoby hroubí,
- průměrné roční přírůsty,
- roční těžby v m³ hroubí bez kůry,
- výhled zásob a těžebních možností,
- dřevinná skladba,
- celkový podíl jednotlivých vlastníků lesů,

Výměry a lesnatost je rozhodujícím faktorem pro výpočet zdrojů dendromasy pro energetické využití v zájmovém území. Současně metodou mezikruží je stanovena i vzdálenost od místa spotřeby.

Zásoby hroubí jsou faktorem potenciální zásob v dané oblasti, tj. garancí dlouhodobosti dodávek.

Průměrné roční přírůsty jsou jedním ze základních ukazatelů, zda i do budoucna bude možno zdroj dendromasy pro energetické využití považovat za trvale obnovitelný.

Roční těžby jsou garantovaným zdrojem dendromasy. Současně tato studie i blíže specifikuje v jakých regionech budou tyto zdroje k dispozici.

Výhled zásob a těžebních možností specifikuje předpokládané výkyvy v jednotlivých decéniích v závislosti na věkové struktuře porostů ve sledované oblasti.

Dřevinná skladba je orientačním ukazatelem. Pro vlastní výpočet se dále nevyužívá. Dřevinná skladba ovlivňuje dobu obmýtí, tj. v závislosti na věku porostů těžební možnosti. Dřevinná skladba má vliv i na optimalizaci používané technologie při zpracování i spalování dendromasy.

Vlastnická struktura je důležitou informací pro jednání o poskytnutí potenciálního zdroje dendromasy.

6.2. Vyhodnocení zájmového území

6.2.1. Výměry a lesnatost

Katastrální výměra byla zjištěna metodou čtvercové sítě vyrovnané na plochu kružnice, popř. mezikružší. Následně byla matematicky dopočítána výměra porostní půdy příslušné přírodní lesní oblasti podle procenta lesnatosti.

Tab. 34. Výměra a lesnatost

Zájmová oblast	Katastrální výměra		Porostní půda		Lesnatost
	tis. km ²	%	tis. km ²	%	%
Oblast I	1,26	7,09	0,39	6,33	31,34
Oblast II	3,77	21,20	1,40	22,51	37,24
Oblast III	6,20	34,87	2,24	35,85	36,07
Oblast IV	6,55	36,84	2,20	35,31	32,93
Zájmová oblast celkem	17,78	100,00	6,24	100,00	35,08
Česká republika	78,86	X	26,44	X	33,53

Průměrná lesnatost v celé zájmové oblasti převyšuje 35 %. Lesnatost České republiky dosahuje 33,53 %. Zájmovou oblast je možno označit za nadprůměrně lesnatou. Nejnižší lesnatost však vykazuje Oblast I, tj. nejbližší okolí města Plzně. Tato skutečnost je především způsobena vysokým stupněm zalidnění a koncentrací průmyslu. Naopak nejvyšší lesnatost vykazují Oblast II a Oblast III zejména díky lesnatým vojenským újezdům a pohraničním pohořím. Vysoká lesnatost dává velmi dobré předpoklady k stabilním a trvalým zdrojům dendromasy.

6.2.2. Celkové zásoby hroubí bez kůry

Celkové zásoby hroubí nám udávají objem hroubí ve stojících porostech v dané oblasti. Celkové zásoby dřeva jsou zjištěny jako součet zásob dřeva připadající na výměru přírodní lesní oblasti v zájmovém území.

Tab. 35 Zásoby hroubí v mil. m³

Zájmová oblast	Zásoby		
	Jehličnaté	Listnaté	Celkem
Oblast I	7,30	0,57	7,86
Oblast II	26,57	3,04	29,62
Oblast III	44,04	5,76	49,80
Oblast IV	44,52	5,53	50,05
Zájmová oblast celkem	122,43	14,90	137,33
Česká republika	X	X	650,00

V zájmové oblasti jsou inventarizovány zásoby dřeva ve výši 137 mil. m³ hroubí bez kůry. Nejnižší zásoby jsou v Oblasti I, která je nejmenší a současně má i nejnižší lesnatost. Zásoby hroubí jsou v oblasti III a IV téměř shodné, protože významná část Oblasti IV zasahuje do Spolkové republiky Německo – toto zahraniční území není ve studii zahrnuto.

6.2.3. Průměrné roční přírůsty

Tyto ukazatele nám ukazují jaké přírůsty dřeva můžeme očekávat v budoucích letech při současné druhové a věkové struktuře porostů. Rozhodujícím faktorem přírůstů je bonita lesních pozemků.

Tab. 36. Průměrné roční přírůsty v m³ hroubí bez kůry/ha/rok

Zájmová oblast	Přírůsty		
	PMP	CPP	CBP
Oblast I	3,2	5,4	5,8
Oblast II	3,4	5,7	6,3
Oblast III	3,4	6,0	6,6
Oblast IV	3,5	6,3	6,9
Zájmová oblast celkem	3,4	6,0	6,6
Česká republika	4,5	6,6	7,8

Přírůsty v zájmové oblasti zaostávají za průměrem České republiky, bonita lesních půd je podprůměrná. Nejnižší roční přírůsty jsou v oblasti I a dále od středu oblasti se zvyšují. Z těchto údajů je zřejmé, že kvalita zdrojů (bonita půdy) se se vzdáleností od města Plzně zlepšuje.

6.2.4. Průměrné roční těžby hroubí bez kůry

Průměrné roční těžby hroubí bez kůry jsou plánované těžby dle schválených lesních hospodářských plánů. Jedná se o objem užitkových sortimentů, které vlastníci plánují vytěžit za dobu platnosti lesních hospodářských plánů. Lesní hospodářské plány se zpracovávají zpravidla na 10 let, každoročně se zpracovává nový lesní hospodářský plán asi pro 10 % území České republiky. Těžby jsou dále členěny na obnovní, tj. těžby mytních (dospělých) porostů, po kterých vzniká holina k následnému zalesnění, a výchovné, které se provádějí v průběhu růstu porostu za účelem zlepšování zdravotního stavu, kvality a stability porostu.

Tab. 37. Průměrné roční těžby v tis. m³ hroubí bez kůry za rok

Zájmová oblast	Roční těžby		
	Obnovní	Výchovné	Celkem
Oblast I	136	37	172
Oblast II	483	109	592
Oblast III	806	206	1013
Oblast IV	726	199	925
Zájmová oblast – celkem	2151	551	2702
Česká republika	X	X	15140

Celkové plánované roční těžby hroubí bez kůry jsou projektovány ve výši 2,7 mil. m³. Pouze necelých 20 % se předpokládá vytěžit ve výchovných zásazích. Více jak 2 mil. m³ hroubí bez kůry se plánuje těžít v mytních porostech. Tyto údaje nám říkají, že v oblasti je vysoký podíl porostů mytního věku, jejichž obnova bude nutností.

Přestože zájmové území zahrnuje téměř jednu čtvrtinu území České republiky, celkové plánované těžby v zájmové oblasti jsou pouze 17,8 % republikových těžeb. Tento nízký podíl je proto varující a informuje nás o nízké bonitě lesních pozemků a vysokém podílu porostů postižených exhalacemi v zájmové oblasti.

6.2.5. Předpokládaný vývoj zásob hroubí bez kůry

V rámci oblastních plánů rozvoje lesa jsou zpracovány výhledy zásob dřeva v porostech na následující tři decennia, tj. pro roky 2001 – 2010, 2011 – 2020 a 2021 – 2030.

Údaje z těchto plánů byly přepočítány váženými podíly podle porostní půdy pro jednotlivé Oblasti.

Tab. 38. Vývoj zásob hroubí bez kůry v m³/ha

Zájmová oblast	Počáteční rok decennia		
	2001	2011	2021
Oblast I	201	200	206
Oblast II	209	208	216
Oblast III	224	226	235
Oblast IV	234	238	244
Zájmová oblast celkem	223	224	232
Česká republika	250	X	X

Při plánovaných těžebních zásazích bude celková výše zásob hroubí bez kůry postupně stoupat. Stoupající objem zásob charakterizuje dobré těžební možnosti v dalších deceniích. Z těchto hodnot lze jednoznačně odvodit, že zájmová oblast bude velmi dobrým zdrojem dendromasy i v dalších obdobích.

6.2.6. Předpokládaný vývoj těžebních možností hroubí bez kůry

V rámci oblastních plánů rozvoje lesa jsou zpracovány výhledy těžebních možností na následující tři decennia, tj. pro roky 2001 – 2010, 2011 – 2020 a 2021 – 2030. Údaje z těchto plánů byly přepočítány váženými podíly podle porostní půdy pro jednotlivé Oblasti.

Tab. 39. Vývoj těžebních možností hroubí bez kůry v m³/ha

Přírodní lesní oblast	Počáteční rok decennia		
	2001	2011	2021
Oblast I	4,7	4,2	4,4
Oblast II	5,0	4,2	4,5
Oblast III	4,9	4,4	4,6
Oblast IV	4,7	4,5	4,7
Zájmová oblast – celkem	4,8	4,4	4,6

Zjištěné těžební možnosti v následujících 30 letech mají zpočátku snižující tendenci, ve druhém decenniu 21 století se sníží téměř o 10 % oproti prvnímu decenniu. Ve třetí decennium dojde opět k růstu těžebních možností o 5 %. Tyto změny jsou způsobeny nerovnoměrnou věkovou strukturou porostů.

Tab. 40. Vývoj těžebních možností hroubí bez kůry v tis. m³

Přírodní lesní oblast	Počáteční rok decennia		
	2001	2011	2021
Oblast I	182	164	172
Oblast II	707	594	639
Oblast III	1095	987	1038
Oblast IV	1037	991	1024
Zájmová oblast – celkem	3021	2735	2873

V prvním decenniu 21 století jsou těžební možnosti v zájmovém území 3 021 tis. m³, plánované těžby ve stejném období dosahují pouze 2 702 tis. m³. V současné době nejsou využívány těžební možnosti z různých důvodů, např. ochrana přírody, nezájem vlastníků i neekonomické těžby v náročných terénech. Ve druhém decenniu klesají těžební možnosti na úroveň 2 735 tis. m³, což je stále více než současná skutečná výše těžeb. Ve třetím decenniu absolutní výše těžebních možností vzrůstá na úroveň 2 873 tis. m³.

6.2.7. Zastoupení dřevin

Druhá skladba lesů je faktorem produkční schopnosti lesů na jedné straně a stability lesních ekosystémů na straně druhé. Skloubení obou těchto faktorů je dlouhodobým úkolem lesníků. Zastoupení dřevin zjištěné podle přírodních lesních oblastí bylo přepočítáno váženým aritmetickým průměrem podle porostní plochy.

Tab. 41. Zastoupení dřevin v %

Zájmová oblast	Dřeviny				
	SM	BO	MD	Ost.jehl.	Jehl.
Oblast I	49,7	39,1	2,9	0,8	92,6
Oblast II	55,6	27,6	4,7	1,0	89,0
Oblast III	61,7	20,2	4,2	1,2	87,3
Oblast IV	65,5	16,1	3,3	1,8	86,7
Zájmová oblast	60,9	21,6	3,9	1,4	87,8
Česká republika	54,0	17,6	3,9	1,1	76,6

Zájmová oblast	Dřeviny				
	BK	DB	Ost. list.	List.	Suma
Oblast I	1,1	3,5	2,8	7,4	100,0
Oblast II	2,7	4,6	3,8	11,0	100,0
Oblast III	4,2	4,1	4,5	12,7	100,0
Oblast IV	4,0	3,6	5,7	13,3	100,0
Zájmová oblast	3,6	4,0	4,6	12,2	100,0
Česká republika	6,4	6,6	10,4	23,4	100,0

V zájmové oblasti dominují jehličnaté lesy, procentuelní zastoupení je vyšší než průměrné zastoupení jehličnanů v České republice, kde dosahuje 76,6 %. Nad republikovým průměrem jsou zastoupeny dvě základní hospodářské dřeviny, tj. smrk – 60,9 % a borovice – 21,6 %. Ostatní dřeviny nedosahují dohromady 20 % zastoupení. Tato dřevinná struktura dává výborné produkční předpoklady při zvýšeném nebezpečí výskytu kalamitních situací.

6.2.8. Vlastnictví lesů

Vlastnictví lesů je důležitým faktorem pro obchodní jednání při zajišťování dendromasy. Podíl vlastnictví v procentech je vypočítán váženým aritmetickým průměrem podle výměry porostní půdy v přírodních lesních oblastech. Ke zjištěným údajům je však nutno poznamenat, že probíhající procesy (restituce, navrácení obecních majetků, převody lesů) nelze přesně podchytit. Je nutno proto s těmito údaji pracovat jako s údaji orientačními.

Tab. 42. Struktura vlastníků lesů v %

Zájmová oblast	Vlastnictví				
	LČR	Ost.st.	Obce	Soukr.	Celkem
Oblast I	56	3	32	9	100
Oblast II	52	14	20	14	100
Oblast III	60	10	13	16	100
Oblast IV	59	14	12	15	100
Zájmová oblast – celkem	58	12	15	15	100
Česká republika	50	11	15	24	100

Oblast západních Čech prošla v minulém století pohnutou historií. Značná část oblasti byla součástí tzv. Sudet, odkud bylo původní německé obyvatelstvo po Druhé světové válce odsunuto a jejich půda byla zestátněna. Proto podíl soukromých vlastníků lesů je velmi nízký a dosahuje pouze 15 %. Podíl obecních lesů dosahuje celostátního průměru. Dominantním

vlastníkem lesů je stát. Státní podnik Lesy České republiky, s.p. obhospodařují 58 % veškerých lesních ploch v zájmové oblasti. Pro úspěšnost celého projektu je rozhodující politika státního podniku Lesy České republiky při nakládání s dendromasou k energetickým účelům, která bude rozhodovat o úspěšnosti celého záměru!

6.3. Kvantifikace zdrojů lesní dendromasy vhodné pro energetické využití v zájmovém území

6.3.1. Metoda Simanova

Metoda Simanova vychází z výše vytěženého hroubí bez kůry v dané oblasti. Pro porovnání jsou vypočítány i těžební možnosti v dané oblasti.

Tab. 43. Těžby a těžební možnosti v zájmové oblasti v tis. m³ hroubí bez kůry

Zájmová oblast	Těžby	Těžební možnosti		
		2001	2011	2021
Oblast I	172	182	164	172
Oblast II	592	707	594	639
Oblast III	1013	1095	987	1038
Oblast IV	925	1037	991	1024
Zájmová oblast - celkem	2702	3021	2735	2873

Pro výpočet je použit upravený Simanovův vzorec, který nezahrnuje kůru do těžebního odpadu, protože kůra je součástí výpočtu ve dřevozpracujícím průmyslu.

Množství těžebního odpadu bez kůry v m³ = (Vytěžené dříví v m³ bez kůry/3) * 0,66

Tab. 44. Potenciál dendromasy k energetickým účelům v tis. m³ dle Simanova

Zájmová oblast	Těžby	Těžební možnosti		
		2001	2011	2021
Oblast I	38	40	36	38
Oblast II	130	156	131	141
Oblast III	223	241	217	228
Oblast IV	204	228	218	225
Zájmová oblast - celkem	594	665	602	632

Pro přehlednost je potenciál dendromasy k energetickým účelům přepočítán na jednotku hmotnosti v tunách přepočítacím koeficientem $m^3 = 0,7$ tun.

Tab. 45. Potenciál dendromasy k energetickým účelům v tis. tun dle Simanova

Zájmová oblast	Těžby	Těžební možnosti		
		2001	2011	2021
Oblast I	26	28	25	27
Oblast II	91	109	91	98
Oblast III	156	169	152	160
Oblast IV	142	160	153	158
Zájmová oblast - celkem	416	465	421	442

Podle Simanovovy metody je v zájmové oblasti k dispozici trvale více jak 400 tis. tun dendromasy vhodné k energetickým účelům ročně.

6.3.2. Metoda Poláková

Tato metoda vychází z výměry lesní půdy průměrné bonity. Pro další výpočty je využit následující vzorec:

Množství těžebního odpadu v $m^3 = 1,04 m^3$ / ha lesní půdy a rok

Pro přepočet m^3 na tony je použit opět koeficient 0,7.

Tab. 46. Potenciál dendromasy k energetickým účelům dle Poláka

Zájmová oblast	Těžební odpad	
	tis. m^3	tis.t
Oblast I	41	28
Oblast II	147	103
Oblast III	233	163
Oblast IV	229	160
Zájmová oblast - celkem	649	454

Podle metody Polákovi docházíme k obdobným výsledkům, tj. v zájmové oblasti je k dispozici více jak 400 tis. tun dendromasy vhodné pro energetické využití ročně.

6.3.3. Vyhodnocení zdrojů dendromasy vhodné pro energetické využití v zájmovém území

Dvěma výše uvedenými metodami byly provedeny výpočty disponibilního množství dendromasy vhodné k energetickému využití s následujícími výsledky:

Tab. 47. Vyhodnocení potenciálu dendromasy k energetickým účelům v zájmovém území

Metoda	Těžební odpad	
	tis. m ³	tis.t
Šimanov	594	416
Polák	649	454

6.4. Kvantifikace zdrojů dendromasy vhodné pro energetické využití dřevozpracujícího průmyslu v zájmovém území

Úplná statistika podniků dřevozpracujícího průmyslu podle objemu zpracovávané suroviny a výstupů výroby neexistuje. Ministerstvo průmyslu a obchodu zpracovává pouze výběrová statistická šetření, která jsou dále dopočítávána pouze pro úroveň Česká republika. Při další kalkulaci je nutno vycházet z těchto čísel.

Tab. 48. Pořez kulatiny a výroba řeziva v České republice

	tech. jedn.	2003	2004	2005
Požez kulatiny	tis. m ³	6500	6800	6900
Výroba řeziva	tis. m ³	3805	3940	4003
Výtěž	%	58,5	57,9	58,0

V zájmové oblasti se nacházejí dva dominantní dřevozpracující podniky s pořezem kulatiny v řádu sto tisíc m³ dřeva ročně, HAAS FERTIGBAU spol. s r.o. v Chanovicích a Stora Enso Timber Planá s.r.o. v Plané u Mariánských Lázní. Dále je v zájmové oblasti několik zpracovatelů s pořezem v řádu deset tisíc m³ dřeva ročně a velké množství drobných provozů a živnostníků. Z těchto důvodů je možno považovat zájmovou oblast z pohledu dřevozpracujícího průmyslu za průměrnou v rámci České republiky.

Tab. 49. Pořez kulatiny a výroba řeziva v zájmové oblasti

	tech. jedn.	Česká republika	Zájmová oblast
Těžba dřeva	tis. m ³	15510	2702
Pořez kulatiny	tis. m ³	6900	1202
Výroba řeziva	tis. m ³	4003	697

Na základě jednoduché kalkulace, kdy rozpočtovou základnou byly skutečné těžby dřeva v zájmové oblasti, bylo stanoveno, že v zájmové oblasti je možno uvažovat s pořezem 1,2 mil. m³ dřeva, ze kterého bude vyrobeno 697 tis. m³ řeziva.

Lesní hospodářství dodává pilařským provozům kulatinu s tzv. nadměrkem. Nadměrek je technologická potřeba pro optimální využití dřevní hmoty a zpravidla je stanoven ve výši 1 % z délky výřezu, tj. na jeden metr délky se délka výřezu prodlužuje o 1 cm. Vlastní objem dodávané hmoty se však počítá bez nadměrku. Tato skutečnost má za následek, že skutečný objem dodávaného množství je minimálně o 1 % větší než je deklarováno.

Deklarované množství dodávané pilařským provozům je měřeno jako hroubí bez kůry. Kůra v objemu cca 8 % není započítána v objemu dodávaného dříví. Pro další výpočty proto je kalkulováno skutečné množství dendromasy dodávané do pilařského provozu ve výši 109 % deklarovaného objemu dodávané kulatiny.

Tab. 50. Výstupy dřevařského průmyslu v zájmové oblasti

	%	tis. m ³	tis. t
Kulatina	100	1202	841
Řezivo	58	697	488
Krajiny	31	373	261
Kůra	8	96	67
Piliny	12	144	101
Dendromasa celkem	109	1310	917

6.4.1. Zdroje pro výrobu bílých štěpek

Na základě tohoto kalkulačního modelu bylo zjištěno, že v zájmové oblasti je pro bílou štěpku zdrojem 373 tis. m³ krajin bez kůry. Technologická úroveň provozů je rozdílná. Velké pilařské provozy odkorňují veškerou pilařskou kulatinu před pořezem a krajiny jsou

zpracovávají na bílou štěpku, která je vstupní surovinou především pro celulózo papírenský průmysl. Podle statistiky Sdružení průmyslu papíru a celulózy překročila spotřeba bílých štěpek v celulózo papírenském průmyslu jeden milion m³ ročně.

Tab. 51. Spotřeba bílých štěpek na výrobu buničiny v ČR v tis. m³

	2003	2004	2005
Bílá štěpka	1077	1265	1436

Pro zájmovou oblast dopočítáme poměrným číslem, kde váhou je objem zpracované kulatiny, objem bílých štěpek zpracovávaných celulózo papírenským průmyslem.

Tab. 52. Spotřeba bílých štěpek vyrobených v zájmové oblasti na výrobu buničiny dřevné

	tech. jedn.	Výroba	Spotřeba na výrobu buničiny	Rozdíl
Bílá štěpka	tis. m ³	373	250	123
	tis. tun	261	175	86

Je možno předpokládat, že všechny pilařské provozy, které jsou technologicky vybaveny na výrobu bílé štěpky, ji dodávají celulózo papírenskému průmyslu. Zbývajících 123 tis. m³ krajin je produktem provozů, které nejsou vybaveny odkorňovačem. Tento objem je zdrojem pro výrobu hnědé štěpky, tj. směsi dřeva a kůry.

6.4.2. Zdroje pro výrobu hnědých štěpek

Hnědá štěpka se vyrábí z neodkorněných krajin. Výsledkem je směs dřeva a kůry přibližně v poměru 3 - 4 : 1. Pro další výpočet budeme využívat model výstupu pořezu uvedený výše, kdy na krajiny připadá 31 % a na kůru 8 % hmoty zpracovávané kulatiny.

Tab. 53. Zdroje hnědé štěpky v zájmové oblasti

	%	tis. m ³	tis. t
Krajiny	31	123	86
Kůra	8	32	22
Hnědá štěpka	39	155	108

V zájmové oblasti je k dispozici 155 tis. m³ hnědých štěpek. Tento materiál je však již v převážné míře zpracováván. Často je tento materiál využíván přímo výrobcem pro vlastní

energetiku. Možnost jeho nákupu je omezená. Nejdůležitějším faktorem je dopravní vzdálenost od místa výroby do místa spotřeby a nabízená výkupní cena.

Tento materiál je i žádanou surovinou pro výrobu dřevodesek (např. Kronospan Jihlava, Dřevozpracující družstvo Lukavec). Tyto provozy jsou sice mimo zájmovou oblast, ale jsou bezesporu konkurenčním odběratelem.

6.4.3. Kůra

Kůra vzniká v dřevozpracujících provozech (nikoliv pouze pilách) s technologií odkorňování. V zájmové oblasti není provoz zpracovávající vlákninové dříví na výrobu buničiny, proto budeme rovněž při kalkulaci volného objemu kůry vycházet pouze ze zdrojů pilařského průmyslu.

Tab. 54. Zdroje kůry v zájmové oblasti

	tech. jedn.	Výroba	Součást hnědé štěpky	Rozdíl
Kůra	tis. m ³	96	32	64
	tis. tun	67	22	45

Zpracovateli kůry jsou rovněž často její producenti, kteří ji využívají pro energetické účely. Kůra je i žádaným materiálem výrobců substrátů a zahradnických provozů. Kůra se používá jako mulčovací materiál.

6.4.4. Piliny

Piliny jsou energetickým zdrojem od počátku zpracování dřeva řezem. Po dlouhou dobu nebylo jiné využití tohoto materiálu známé. V současnosti jsou piliny využívány i k výrobě aglomerovaných desek. Piliny jako palivo byly vždy poměrně problematické pro jejich specifický proces hoření. V současnosti se rozvíjí výroba dřevěných briket a pelet pro automatické otopné systémy. Zatím stále je možno na trhu nakoupit poměrně velké množství pilin. V blízké budoucnosti však se zvyšující se poptávkou výrobců dřevěných pelet a briket se situace na trhu bude postupně měnit.

Kromě pilařských provozů jsou piliny produktem i provozů následného zpracování dřeva, tj. truhlářských provozů, výroby nábytku, výroby dřevěných obalů atd. Podle odhadů z vyrobeného řeziva dalším zpracováním dřeva vzniká minimálně 8 % pilin ze vstupního materiálu. V tuzemsku je zpracováváno průměrně 63,2 % vyrobeného řeziva, zbývajících 36,8 % je exportováno.

Tab. 55. Zdroje pilin v zájmové oblasti

	tis. m ³	tis. t
Požez kulatiny	144	101
Zpracování řeziva	35	25
Piliny celkem	179	126

6.4.5. Kusové dříví – odřezky

Kusové dříví jsou zbytky dřeva nebo řeziva při jeho zpracování. Místa těchto zdrojů jsou značně roztráštěna a tento materiál je vzácně štěpkován. Jeho využití pro výrobu štěpek je možné uvažovat při technologii dopravy tohoto kusového dříví na místo spotřeby a jeho následné štěpkování na místě spotřeby. Kusové dříví je odhadováno ve výši 8 % zpracovávaného řeziva.

Tab. 56. Zdroje kusového dříví v zájmové oblasti

	tis. m ³	tis. t
Zpracované řezivo	440	x
Kusové dříví	35	25

6.5. Kvantifikace ostatních zdrojů dendromasy vhodné pro energetické využití v zájmovém území

Tyto zdroje jsou uváděny pouze informačně. Jejich kvantifikace, kromě palivového dříví, není prováděna. Při vlastním provozu např. spalovny biomasy však jistě budou vhodným doplňkovým zdrojem.

6.5.1. Palivové dříví

Palivové dříví je základním sortimentem lesnické výroby, který je nejnižší kvality a je vhodný pouze pro energetické využití. Tento materiál je vzácně dále zpracováván, protože další energetický vklad je zbytečný. Palivo je dobře prodejné v pevném stavu. S využitím této hmoty je možno kalkulovat pouze výjimečně.

Zdroje v zájmové oblasti přepočteme podle podílu dodaného palivového dříví na celkových dodávkách v České republice podle údajů Českého statistického úřadu z roku 2005.

Tab. 57. Výroba palivového dříví v zájmové oblasti

	tech. jedn.	Česká republika	Zájmová oblast
Dodávky dřeva	tis. m ³	15510	2702
Výroba paliva	tis. m ³	1225	213
	Tis. tun	X	149

6.5.2. Pařezy a kořeny

Tento zdroj patří rovněž do lesnictví, ale nepovažuje se za vhodný pro energetické využití. Důvodem je, že klučení pařezů se většinou neprovádí za účelem obnovy a pěstování lesa. Klučení pařezů se provádí většinou v souvislosti s převodem lesních pozemků k jiným účelům.

6.5.3. Dřevěné výrobky po ukončení životnosti

Tento zdroj byl považován za perspektivní. S nabytím účinností zákona o odpadech se tento zdroj stal problematickým. Náklady spojené s certifikací odpadu jako paliva jsou vysoké. Využívání tohoto zdroje je proto pravděpodobné pouze ve spalovnách komunálního odpadu.

6.5.4. Energetické plodiny

Potenciál energetických plodin je vysoký, zejména v oblastech s rozsáhlými plochami nevyužívaných zemědělských pozemků. V současnosti je však plocha, kde jsou vysazeny energetické plodiny zanedbatelná.

6.6. Odhad disponibility dendromasy vhodné k energetickému využití mimo lesní hospodářství

Kvantifikace zdrojů je důležitá, ale současně je nutno odhadnout potřebu zdrojů pro jiné průmyslové využití. V tomto směru též neexistují žádné konkrétní statistiky. Dle zpracovaného odhadu předpokládám, že 20 % hnědých štěpek, kůry a pilin je využíváno k dalšímu průmyslovému využití.

Tab. 58 Zdroje ostatní dendromasy pro energetické využití v tis. m³

	Zdroj	Jiná spotřeba	Energetické využití
Bílá štěpka	123	123	
Hnědá štěpka	155	31	124
Kůra	64	13	51
Piliny	179	36	143
Kusové dřevo	35		35
Palivové dřevo	213		213
Dendromasa celkem	769	203	566

Tab. 59. Zdroje ostatní dendromasy pro energetické využití v tis. tun

	Zdroj	Jiná spotřeba	Energetické využití
Bílá štěpka	86	86	
Hnědá štěpka	108	22	86
Kůra	45	9	36
Piliny	126	25	101
Kusové dřevo	25		25
Palivové dřevo	149		149
Dendromasa celkem	539	142	397

Produkty dřevozpracujícího průmyslu a palivové dřevo vhodné k energetickému využití jsou v zájmovém území k dispozici v objemu 566 tis. m³ (397 tis. tun) dendromasy ročně. Tento objem dendromasy je však v současné době využíván. Nelze proto mluvit o volných zdrojích, ale o zdrojích vhodných k energetickému využití.

6.7. Export a import dendromasy pro energetické účely

Dendromasa vhodná pro energetické využití je rovněž předmětem dovozu a vývozu. Z celní statistiky byly vybrány komodity, které mají charakter energetické dendromasy. Pro další výpočty a kalkulace jsou používány průměry za poslední tři roky.

Tab. 60. Dovož a vývoz palivového dříví v tis. m³ – Česká republika

	2003	2004	2005	Průměr
Vývoz	197	216	175	196
Dovoz	0	11	11	7
Saldo	- 197	- 205	-164	- 189

Tab. 61. Dovož a vývoz štěpek v tis. m³ – Česká republika

	2003	2004	2005	Průměr
Vývoz	57	70	72	66
Dovoz	91	67	100	86
Saldo	34	- 3	28	20

Tab. 62. Dovož a vývoz pilin v tis. m³ – Česká republika

	2003	2004	2005	Průměr
Vývoz	81	266	208	185
Dovoz	33	59	82	58
Saldo	- 48	- 207	- 126	-127

Tab. 63. Dovož a vývoz zbytků a odpadu dřevěného v tis. m³ – Česká republika

	2003	2004	2005	Průměr
Vývoz	332	434	249	338
Dovoz	10	21	13	15
Saldo	- 322	- 413	236	- 323

Zájmová oblast se nachází při jihozápadní hranici České republiky, která se právě na objemu zahraničního obchodu nadprůměrně podílí. Podle odhadu je dále kalkulováno, že jedna třetina obratu zahraničního obchodu je realizována v zájmové oblasti. Ve vyčíslení

salda znaménko – znamená úbytek zdrojů v tuzemsku (vývoz převažuje nad dovozem) a znaménko + znamená zvýšení zdrojů (dovoz převažuje nad vývozem).

Tab. 64. Saldo zahraničního obratu v zájmové oblasti v tis. m³

	Česká republika	Zájmová oblast	
	tis. m ³	tis. m ³	Tis. tun
Palivové dříví	- 189	- 63	- 44
Štěpka	20	7	5
Piliny	- 127	- 42	- 29
Dřevěný odpad	- 323	- 108	- 76
Celkem	- 619	- 206	- 144

6.8. Shrnutí - využitelné zdroje dendromasy pro energetické využití v zájmovém území

Zájmová oblast v okruhu 80 km od města Plzně je nadprůměrně lesnatou oblastí s lesními pozemky podprůměrných bonit. Převážným vlastníkem lesů je stát. Dominantní dřevinou je smrk, 88 % všech zásob dřeva v lesních porostech tvoří jehličnaté dřeviny. Zásoby dřeva jsou relativně vysoké, výhled těžebních možností do roku 2030 je vyrovnaný, současná úroveň těžeb může být po celé období zachována, stav lesa dovoluje i mírné zvýšení těžeb.

Tab. 65. Základní ukazatele zájmového území (pouze území ČR)

Ukazatel	tech. jedn.	Hodnota
Katastrální výměra	tis. ha	1778
Výměra porostní půdy	tis. ha	624
Lesnatost	%	35
Podíl lesů ve vlastnictví státu	%	70
Zastoupení jehličnatých dřevin	%	88
Zásoby hroubí bez kůry	mil. m ³	137
Celkový průměrný přírůst hroubí bez kůry	m ³ /ha/rok	6
Průměrné roční těžby hroubí bez kůry	tis. m ³	2702
Vývoj těžebních možností hroubí bez kůry		
- období 2001 – 2010	tis. m ³	3021
- období 2011 – 2020	tis. m ³	2735
- období 2021 – 2030	tis. m ³	2873

Zájmová oblast je bohatá na zdroje energetické dendromasy z lesní výroby. Dřevozpracující průmyslu poskytuje také možnosti zdrojů energetické dendromasy.

Zahraniční obchod s tímto materiálem je aktivní, vývoz převyšuje dovoz. V zájmovém území však saldo zahraničního obchodu s těmito komoditami nepřekračuje 10 % celkové produkce. V celní statistice je uváděna samostatná položka dřevěný odpad, kterou není možno zařadit ke konkrétnímu sortimentu ve zpracovávaných kalkulacích. Tato položka je uvedena samostatně v přehledu a v plném rozsahu je odečtena od produkce.

Tab. 66. Zdroje dendromasy pro energetické využití v zájmové oblasti

	Produkce	Saldo ZO	Energetický zdroj	
	tis. m ³	tis. m ³	tis. m ³	tis. tun
Lesní dendromasa	450		450	315
Hnědá štěpka	124	7	131	92
Kůra	51		51	36
Piliny	143	- 42	101	71
Kusové dřevo	35		35	24
Palivové dřevo	213	- 63	150	105
Dřevěný odpad		- 108	- 108	- 76
Celkem	1036	- 85	810	567

V zájmové oblasti je k dispozici 810 tis. m³ (567 tis. tun) dendromasy vhodné pro energetické využití.

Potenciál lesní dendromasy však není z technologických, enviromentálních a ekonomických důvodů možné využít v plném rozsahu. Zdroje dendromasy dřevozpracujícího průmyslu mají již dnes svého odběratele, proto bude nutno je získat v soutěži na trhu. Na základě dostupných zkušeností a kvalifikovaným odhadem stanovují, že při vhodně stanovené cenové politice je možno získat jednu třetinu zdrojů dendromasy vhodné pro energetické využití v zájmové oblasti, tj. 270 tis. m³ (189 tis. tun).

7. Technologie zpracování a dodání dendromasy k energetickému využití

Pro klasifikaci jednotlivých technologických variant je důležité jejich uspořádání v prostoru a místo, kde se uvažuje provádět zpracování dendromasy (např. štěpkování). Alexandr (1991) zpracoval technologické varianty podle místa výroby štěpek a druhů lesní stromové biomasy následovně:

Tab. 67. Technologické varianty podle místa výroby štěpek a druhů lesní stromové biomasy (Alexandr, 1991)

Technologická varianta		Místo výroby štěpek	Druh suroviny
A	1	Pařez	Obnovní těžba
	2		Plantáže – lesní stromová biomasa
	3		Pařezy
	4		Těžební zbytky, čistota lesa
B	1	Přibližovací linka	Výchovné těžby, prořezávky
	2		Těžební zbytky, čistota lesa
	3		Těžební zbytky po procesoru
C	1	Odvozní místo	Výchovné těžby, prořezávky
	2		Těžební zbytky, čistota lesa
	3.1		Klest – současně s odvětvovacím strojem
	3.2		Klest – následně po odvětvovacím stroji
D	1	Manipulační sklad	Technologický odpad
	2		Ostatní (klest, předmýtní, mýtní těžba)
	3		Metoda dělených stromů – obnovní těžba
E		Přidružené výroby	Technologický odpad
F		Mimo LH	Všechny kategorie suroviny

Toto členění je poplatné době, ve které vzniklo. Toto členění též předurčuje jednotlivé technologické kroky, které bylo nutno zajistit v průběhu přípravy materiálu ke štěpkování a vlastní výroby štěpky.

Technologické operace ovlivňující cenu (hodnotu) energeticky využitelné dendromasy (klest, těžební zbytky, balený klest, lesní štěpka nebo měl) je možno rozdělit do následujících skupin:

- a) hodnota dendromasy - vstupního materiálu,
- b) přibližování dendromasy na OM,
- c) zpracování dendromasy,
- d) manipulace s dendromasou,
- e) doprava dendromasy,
- f) přejímka dendromasy,
- g) skladování dendromasy.

Toto členění technologických operací nepředjímá ani původ dendromasy, ani místo, kde bude konkrétní operace prováděna.

7.1. Hodnota dendromasy - vstupního materiálu

Hodnota dendromasy jako energetického zdroje prošla za posledních 100 let zajímavým vývojem. Ještě v první polovině 20. století byly těžební zbytky žádaným palivem venkovského obyvatelstva (v některých oblastech i včetně pařezů) a pro vlastníky lesů byly zajímavou výnosovou položkou. Se zvyšováním životní úrovně docházelo i na venkově k poklesu využívání tohoto zdroje k vytápění a vlastníkům lesů narůstaly starosti s likvidací této dřevní hmoty. V současné době se prodává těžební odpad cca pouze z 10 % drobným samovýrobcům paliva, především po mýtních těžbách tvrdých listnáčů.

V druhé polovině 20. století již vzniká potřeba likvidace klestu na pasekách jako příprava pro umělé zalesňování. Zpočátku se likvidace klestu prováděla převážně snášením klestu na hromady s následným pálením. Později byla tato práce nahrazena mechanizací, tzv. shrnovači klestu na univerzálních kolových nebo speciálních lesnických traktorech. Tyto shrnovače shrnovali klest do pruhů, které nebyly osázeny a později byly využívány jako přibližovací linky v následném porostu. V současné době se používají drtiče klestu (adaptér na traktor příslušného výkonu), které klest na pasece rozdrťí a zapracují do půdy. Takto připravená paseka je vhodná nejen k umělé obnově, ale v případě semenných roků i k obnově

přirozené. Tyto služby však byly a jsou pro vlastníka lesa nákladovou položkou. Cena služby je kalkulována buď na jednotku plochy nebo podle objemu vytěženého hroubí bez kůry na příslušné pasece. Ceny jsou v rámci České republiky poměrně rozdílné. Obvyklá cena za tuto službu se nejčastěji účtuje za m³ vytěženého hroubí bez kůry. Sazby se pohybují od 40 Kč/m³ do 80 Kč/m³ vytěženého hroubí bez kůry.

Běžné shrnování klestu s ponecháním klestu v pruzích se pohybuje od 8 000 Kč/ha do 15 000 Kč/ha. Použití drtiče se zapracováním klestu do půdy lze pořídit od 25 000 Kč/ha.

Pro stanovení hodnoty vstupního materiálu je nutno si položit otázku, zda vlastníci budou i nadále připlácet na likvidaci klestu (dotovat výrobu energetické suroviny za účelem přípravy pasek pro zalesnění) nebo se těžební zbytky stanou žádanou surovinou pro další zpracování.

Dalším důležitým faktorem je státní dotační politika. V roce 1997 byla likvidace klestu před obnovou lesa štěpkováním zařazena mezi ekologické technologie, které jsou podporovány. V první fázi však byla dotace podmíněna rozptýlením štěpky v porostu, jakékoliv využití štěpky vyrobené se státní podporou bylo vyloučeno. Ke změně došlo v roce 2002, kdy pod vlivem nové státní energetické koncepce bylo umožněno i jiné využití lesních štěpek s touto státní podporou. Výše podpory se dlouhodobě pohybuje ve výši 12 000 Kč/ha vyklizené plochy určené k zalesnění, ale na tuto podporu není právní nárok. Podpory lesnických činností jsou v současnosti v kompetenci krajských úřadů, které rozhodují jaké druhy podpor a v jaké výši budou vlastníkům lesů poskytovány.

7.1.1. Metoda zjištění hodnoty dendromasy vhodné pro energetické využití

Dendromasa vhodná pro energetické využití v průmyslově rozvinutých zemích je nadzemní dendromasa nevhodná k průmyslovému využití, tj. hmota nehroubí a těžební zbytky (dále jen „klest“).

Pro zjištění hodnoty klestu byla vyhlášena v roce 2007 Vojenskými lesy a statky, s.p., divizí Hořovice veřejná výzva k předložení návrhu na jeho výkup, v členění:

- volně ložený klest na pasekách, nabízená cena v Kč/m³ vytěženého hroubí,

- hromadovaný klest na pasekách a porostech, nabízená cena v Kč/m³ vytěženého hroubí,
- vyvezený klest na OM, nabízená cena v Kč/m³ vyrobené štěpky, popř. jinak zpracovaného klestu.

Podmínkou uzavření smlouvy byl závazek vybraného uchazeče, že nejpozději do 30 dnů po vyzvání zahájí zpracování klestu. Vybraný uchazeč se stane vlastníkem zpracované dendromasy z klestu (lesní štěpky, lesní měli, balíkováného klestu) a je povinen na své náklady zajistit její odvoz z pozemků zadavatele nejpozději do 30 dnů po dokončení služby v příslušném porostu.

7.1.2. Hodnota volně loženého klestu na pasekách

V rámci veřejné výzvy bylo osloveno pět firem zabývajících se zpracováním a prodejem dendromasy k energetickým účelům. Veřejná nabídka byla vyhlášena na objem volně loženého klestu na pasece z 15 tis. m³ vytěženého hroubí z mytních těžeb. Výzva nebyla územně členěna, vztahovala se k území celého vojenského újezdu Brdy.

Podmínkou této služby bylo, že klest musí být odstraněn minimálně z 80 % a zbývající klest nesmí bránit následnému zalesnění holiny.

Požadovaná cenová nabídka byla vyhlášena v Kč/m³ vytěženého hroubí. Veřejná výzva umožňovala nabídnout diferencovanou cenu, kritéria podle kterých může být cena diferencována, nebyly stanoveny a záleželo pouze na zájemcích, jaký přístup zvolí. Tento přístup byl zvolen, aby zadavatel zjistil, jaké parametry mají dle dodavatelů vliv na tvorbu ceny.

Na veřejnou výzvu odpověděly čtyři firmy.

- a) První firma nabídla cenu ve vazbě prvn vyrobené štěpky z klestu z m³ vyrobeného hroubí.

Tab. 68. Nabídka ceny volně loženého klestu na pasece ve vazbě prm vyrobené štěpky z klestu z m³ vytěženého hroubí

prm klestu z m ³ vytěženého hroubí	Vyrobená štěpka z prm klestu (prm štěpky)			
	1	0,9	0,8	0,7
0,9-1,0	-24	-25	-30	-31
0,8-0,9	-28	-30	-35	-37
0,7-0,8	-32	-35	-40	-43
0,6-0,7	-36	-40	-45	-49
0,5-0,6	-40	-45	-50	-55
0,4-0,5	-44	-50	-55	-61

b) Druhá firma nabídla cenu jako rozdíl nákladů na vyvážení klestu a ceny za vyrobenou štěpku. Při poměru m³ vytěženého hroubí a prm vyrobené štěpky 1 : 1 byla podána nabídka uvedená v následující tabulce.

Tab. 69. Nabídka ceny volně loženého klestu na pasece stanovená rozdílem nákladů a výnosů

Vyvážení klestu v Kč/m ³ hroubí	86
Cena za štěpku v Kč/prm	92
Nabízená cena v Kč/m ³ hroubí	6

c) Třetí a čtvrtá firma nabídly jednotnou cenu za klest z m³ vytěženého hroubí ve výši doplatku ze strany vlastníka lesa ve výši 20 Kč/m³ vytěženého hroubí.

Nabídky subjektů byly přepočítány na srovnatelnou základnu, tj. cenu prm vyrobené štěpky z m³ hroubí. Podle zkušeností je výtěžnost 1 prm štěpky z 0,7 a 1,0 m³ hroubí.

Tab. 70. Cena volně loženého klestu na pasece v Kč/m³ vytěženého hroubí

	prm vyrobené štěpky z m ³ vytěženého hroubí			
	1	0,9	0,8	0,7
Firma č. 1	-24,0	-25,5	-27,0	-29,0
Firma č. 2	6	-3,2	-12,4	-21,6
Firma č. 3	-20	-20	-20	-20
Firma č. 4	-20	-20	-20	-20

Průměrná výtěž je cca 0,8 prm štěpky z jednoho 1 m³ hroubí. Průměrná hodnota klestu na pasece je dosud záporná. Vlastník lesa uhradí firmě zpracovávající volně ložený klest na pasece průměrně 20 Kč/m³ vytěženého hroubí.

7.1.3. Hodnota hromadovaného klestu na pasece a v porostech

V rámci veřejné výzvy bylo osloveno pět firem zabývajících se zpracováním a prodejem dendromasy k energetickým účelům. Veřejná nabídka byla vyhlášena na objem hromadovaného klestu z 5 tis. m³ vytěženého hroubí. Výzva nebyla územně členěna, vztahovala se k území celého vojenského újezdu Brdy.

Požadovaná cenová nabídka byla vyhlášena v Kč/m³ vytěženého hroubí. Veřejná výzva umožňovala nabídnout diferencovanou cenu, kritéria, podle kterých může být cena diferencována, nebyly stanoveny a záleželo pouze na zájemcích, jaký přístup zvolí. Tento přístup byl rovněž zvolen, aby zadavatel zjistil, jaké parametry mají dle dodavatelů vliv na tvorbu ceny.

Na veřejnou výzvu odpověděly čtyři firmy.

a) První firma nabídla cenu ve vazbě na prm vyrobené štěpky z klestu z m³ vyrobeného hroubí. Tento přístup kladl důraz na koncentraci klestu na příslušné lokalitě.

Tab. 71. Nabídka ceny hromadovaného klestu ve vazbě prm vyrobené štěpky z klestu z m³ vytěženého hroubí

prm klestu z m ³ vytěženého hroubí	Vyrobená štěpka z prm klestu (prm štěpky)			
	1	0,9	0,8	0,7
0,9-1,0	-22	-22	-26	-26
0,8-0,9	-25	-26	-30	-31
0,7-0,8	-28	-30	-34	-36
0,6-0,7	-31	-34	-38	-41
0,5-0,6	-34	-38	-42	-46
0,4-0,5	-37	-42	-46	-51

b) Druhá firma nabídla cenu jako rozdíl nákladů na vyvážení klestu a ceny za vyrobenou štěpku. Nabídka byla podána při poměru m^3 vytěženého hroubí a prm vyrobené štěpky 1 : 1, s tím, že cena bude přepočítána podle skutečného poměru.

Tab. 72. Cena hromadovaného klestu v $Kč/m^3$ vytěženého hroubí

Vyvážení klestu v $Kč/m^3$ hroubí	61
Cena za štěpku v $Kč/prm$	92
Nabízená cena v $Kč/m^3$ hroubí	31

c) Třetí a čtvrtá firma nabídly jednotnou cenu za klest z m^3 vytěženého hroubí a to ve výši 5 a 6 $Kč/m^3$ vytěženého hroubí.

Nabídky subjektů byly přepočítány na srovnatelnou základnu, tj. cenu prm vyrobené štěpky z m^3 hroubí. Podle zkušeností je výtěžnost 1 prm štěpky z 0,7 a 1,0 m^3 hroubí.

Tab. 73. Cena hromadovaného klestu v $Kč/m^3$ vytěženého hroubí

	prm vyrobené štěpky z m^3 těžby hroubí			
	1	0,9	0,8	0,7
Firma č. 1	-22,0	-24,5	-27,0	-29,0
Firma č. 2	31	21,8	12,6	3,4
Firma č. 3	6	6	6	6
Firma č. 4	5	5	5	5

Průměrná výtěž je 0,8 prm štěpky z jednoho 1 m^3 vytěženého hroubí. Průměrná hodnota hromadovaného klestu je dosud neustálená. Žádná z dodavatelských firem není na tuto technologii specializovaná. Firma č.1 hromadovaný klest posuzuje stejnými kritérii jako klest volně ložený na pasece, proto pro další úvahy tuto nabídku vyloučíme. Ostatní nabídky jsou kladné, tj. zpracovatelská firma uhradí vlastníku lesa za hromadovaný klest v průměru 8 $Kč/m^3$ vytěženého hroubí.

7.1.4. Hodnota klestu na OM

V rámci veřejné výzvy bylo osloveno pět firem zabývajících se zpracováním a prodejem dendromasy k energetickým účelům. Veřejná nabídka byla vyhlášena na objem klestu z 20 tis. m³ vytěženého hroubí. Výzva byla územně rozdělena podle území lesních správ v rozsahu:

- LS Obecnice – klest ze 4 tis. m³ vytěženého hroubí,
- LS Mirošov – klest ze 12 tis. m³ vytěženého hroubí,
- LS Strašice - klest ze 4 tis. m³ vytěženého hroubí.

Cenová nabídka mohla být diferencována podle lesních správ a mohla být směřována i na část zakázky. Podání cenové nabídky bylo stanoveno v Kč/prm štěpky, popř. jinak zpracovaného klestu odvezeného z lesa.

Na veřejnou výzvu odpověděly tři firmy. Dvě firmy nabídly konstantní cenu bez vlivu dopravní vzdálenosti na místo spotřeby, jedna firma nabídla diferencovanou cenu podle LS v závislosti na dopravní vzdálenosti k odběrateli.

Tab. 74. Nabídnutá cena klestu na OM v Kč/m³ vyrobené štěpky

	LS Obecnice	LS Mirošov	LS Strašice
1. firma	60	60	60
2. firma	81	101	91
3. firma	80	80	80

Toto výběrové řízení potvrdilo, že hodnota klestu není dosud ustálená. Pouze jediná firma nabídla diferencovanou cenu. Tato cenová nabídka je pro praktické zjištění ceny klestu nejcennější, protože vychází z podrobné kalkulace výrobních a dopravních nákladů a z jejich porovnání s realizační cenou na konkrétním místě spotřeby. Ostatní firmy nabídly nižší cenu, která umožňuje efektivní zpeněžení této dendromasy bez ohledu na dopravní vzdálenost.

Výsledkem tohoto zjištění je cena klestu na OM v intervalu 60 – 101 Kč/m³ vyrobené štěpky, pro další kalkulace byl využit střed intervalu, tj. 80 Kč/m³ vyrobené štěpky z klestu na OM.

7.1.5. Shrnutí - hodnota klestu

Z výše uvedeného je zřejmé, že hodnota vstupního materiálu – klestu je neustálená. V současné době výrobci dendromasy pro energetické využití získávají klest za zápornou cenou (soustředování klestu a štěpkování je podpořeno vlastníky lesů, popř. státní podporou).

Pro přehlednost je dopočítána hodnota volně loženého klestu na pasece bez ohledu na použitou technologii. Cena přibližování klestu na OM byla převzata z následující kapitoly. Pro výpočty byla použita průměrná zásoba 380 m³/ha v mytním porostu.

Náklady na hromadování klestu byly též součástí veřejné zakázky na výrobu dříví na OM harvestorovou technologií. Nabídky se pohybovaly v intervalu od 26 Kč/m³ vytěženého hroubí do 70 Kč/m³ vytěženého hroubí, průměrná cena hromadování byla 49 Kč/m³ vytěženého hroubí. Pokud je hromadování klestu prováděno vlastními pracovníky jsou náklady součinem průměrných nákladů na NH práce v pěstební činnosti (110 Kč/NH) a průměrné potřeby NH na hromadování klestu (0,41 NH/m³ vytěženého hroubí), tj. 45 Kč/m³ vytěženého hroubí. Pro srovnání byly použity náklady, které odpovídají provádění prací vlastními pracovníky.

Tab. 75. Průměrná cena klestu na pasece

Technologie	Nabídnutá cena	Přibližování	Hromadování	Cena klestu na pasece	
				m ³ hroubí	ha
Klest na pasece	- 20	X	X	- 20	- 7600
Hromadovaný klest	8	X	- 45	- 37	- 14060
Klest na OM	80	- 112	X	- 32	- 12160

Z přehledu vyplývá, že prodej klestu na pasece je nejvýhodnější. Tento způsob prodeje však není vhodné vždy využít, protože předpokládá použití mechanizovaného shrnování klestu. Prodej hromadovaného klestu je sice nejdražší, ale tento způsob je nutno použít v porostech s přirozeným zmlazením.

7.2. Přibližování dendromasy

Přibližování dendromasy na OM bylo řešeno již v 80. letech minulého století. Jako první byla použita v Čechách upravená starší vyvážecí souprava Volvo, kterou se podařilo soustřeďovat nezpracovatelnou hmotu z exhalčních těžeb na Orlických horách, shrnutou na řady shrnovačem klestu na speciální lesnické traktor LKT 80. Později přibyla vyvážecí souprava VS5-H, výrobek SLPTR Olomouc. Koncem roku 1988 zakoupily VčSL vyvážecí soupravu Norcar, která se velmi dobře osvědčila v exhalčních těžbách v Krkonoších. Vedle vyvážecích souprav, které soustřeďovaly převážně silnější hmotu, se lesníci snažili vyřešit soustřeďování nehroubí z výchovných zásahů v mladých porostech. Ve spolupráci s Výzkumnou stanicí Křtiny se podařilo vyvinout a v podnikové dílně VčSL vyrobit závěsný drapák za UKT. VčSL se během čtyř let podařilo zajistit fungující výrobní část nového výkonu těžební činnosti – přibližování klestu (Duha 2005).

Při využívání harvesterové technologie je možné již při odvětvování stromů a výrobě sortimentů klest ukládat vedle linek na hromady. Následně je nutno tuto dendromasu vyvézt na OM vyvážecí soupravou. Cena za přibližování dendromasy se zatím tvoří, tyto práce jsou často placeny hodinovou sazbou nebo cenou vztaženou k objemu vytěženého hroubí.

Při motomanuelních mýtních těžbách jsou často využívány shrnovače klestu v kombinaci s traktory vybavenými adaptéry na vyvážení klestu. Klest shrnutý shrnovačem však obsahuje velké množství nečistot, proto není vhodný k dalšímu zpracování štěpkovačem. Pro zpracování takto připraveného klestu je nezbytné používat drtiče, které svou robustní konstrukcí jsou pro takto připravenou dendromasu vhodnější.

Poslední technologií, v současné době velmi málo využívanou, je metoda stromová. Při této technologii jsou přibližovány celé stromy na odvozní místo, kde jsou následně motomanuelně nebo odvětvovačem odvětveny. Při použití této metody je těžební odpad již soustředěn na OM. Tato metoda byla hojně využívána v 80. letech minulého století ve spojení LKT s drapákem a odvětvovači OVP1. Bohužel tato metoda prakticky zanikla právě z důvodu velké koncentrace klestu na OM, se kterým si v této době lesníci neuměli poradit. V této době prakticky neexistovala poptávka po tomto produktu – dendromase k energetickému využití.

V roce 2006 byla poprvé představena nová technologie na vyvážení volně loženého klestu z pasek – lisovací přívěs za traktor. Tato technologie sleduje dva cíle, maximální využití nosnosti přívěsu při vyvážení klestu z pasek a současně umožňuje odvoz klestu po veřejných komunikacích na místo dalšího zpracování nebo spotřeby. V současnosti se uvažuje o využití této nástavby přívěsu buď přímo na podvozku lehkých terénních nákladních aut nebo jako výměnná nástavba pro nákladní automobily.

7.2.1. Cena přibližování dendromasy vhodné pro energetické využití

Pro zjištění ceny přibližování klestu byla vyhlášena v roce 2006 Vojenskými lesy a statky, s.p. veřejná soutěž na výrobu dříví na OM harvesterovou technologií, jejíž součástí byla i podmínka nabídky ceny přibližování klestu na OM.

Tab. 76. Nabídka ceny na vyvážení klestu na OM v Kč/m³ vytěženého hroubí

Nabídka divizi	Vyvážecí vzdálenost				Za každých dalších i započatých 300 m
	do 300 m vč.	301 – 800 m	801 – 1.000 m	1.001 – 1.300 m	
Hořovice	100	100	120	120	20
Hořovice	60	80	100	120	20
Horní Planá	100	130	160	170	16
Karlovy Vary	45	55	65	75	15
Mimoň	180	210	235	250	55
Mimoň	100	100	120	120	20
Mimoň	140	160	170	180	10
Mimoň	100	130	160	170	16
Mimoň	105	120	130	140	10
Mimoň	60	80	100	120	20
Plumlov	100	130	140	160	20
Plumlov	140	160	170	180	10
Plumlov	100	130	160	170	16
Plumlov	100	125	140	160	20
Lipník nad Bečvou	140	160	170	180	10
Lipník nad Bečvou	60	80	100	120	20
Průměr	102	122	140	152	19

Podle zkušeností se přibližovací vzdálenosti nad 800 m vyskytují poměrně zřídka. První dvě skupiny přibližovacích vzdáleností jsou zastoupeny shodně cca 50 %. Průměrné náklady na přibližování klestu na OM jsou 112 Kč/m³ vytěženého hroubí.

7.3. Zpracování dendromasy

Dendromasa může být zpracovávána k dalšímu využití různými způsoby. Tímto zpracováním nedochází k zvyšování výhřevnosti nebo jinému zušlechťování paliva. Zpracováním se rozumí úprava velikosti částí dendromasy tak, aby dendromasa mohla být efektivně dopravována nebo spalována v konkrétních zařízeních. Minimalizace popř. odstranění nákladů na zpracování dendromasy výrazně zefektivňuje celou výrobu energie.

Dendromasa se v minulosti využívala k topení v přírodním stavu, popř. byla pouze manuálně upravena, aby splňovala podmínky konkrétního topeniště. V druhé polovině minulého století se začaly vyvíjet technologie pro zpracování dendromasy tak, aby dendromasa splňovala podmínky velkých odběratelských (teplárenských a energetických) firem.

V roce 1985 byl zakoupen u VčSL první štěpkovač Bruks a pro jeho mobilitu byl namontován na podvozek Tatra 815. Vzhledem k rozměrům a velikosti štěpkovače musela být volena pracoviště u tvrdých odvozních cest. Technologický uzel tvořil štěpkovač a dvě nákladní auta Škoda 706 sklápěč s předním náhonem a vlekem. Vozidla byla vybavena velkoobjemovými nástavbami (Duha 2005). Stroj stejného typu na podvozku vyvážecí soupravy Volvo v té době již pracoval na Lesním závodě Litvínov (SvčSL) a likvidoval jinak nezpracovatelný odpad z exhalačních těžeb. Technologický postup byl jednoduchý, protože štěpkovač mohl vjíždět za surovinou do porostů.

Dále v roce 1985 byla uvedena do provozu finská sekačka klestu TT-97R tažená Zetorem 120. Tento stroj sekal převážně klest po procesoru KP-40 a odvětvovacích strojích. Tento stroj byl menší, ale též nemohl zajet do porostů. Záhy bylo zjištěno, že vedle problémů s výběrem dostupných pracovišť vznikly i potíže se zpracováváním těžebního odpadu po protahovacích odvětvovacích a procesorech. Klest byl zablácený, často s příměsí písku a

drobného štěrku, což vedlo k neúměrnému opotřebení nožů. Řešení bylo jediné: pro štěpkování přibližovat hmotu od pařezu (Duha 2005).

Zajímavá je i poznámka Simanova (1992) na semináři ve Zvolenu: „Při štěpkování zatím převládal názor, že tento chaoticky uspořádaný materiál (klest) je nejlépe štěpkovat co nejbližší místa jeho vzniku, tj. přímo v porostech (na pasekách) při použití terénních sekaček, a dále přepravovat již homogenizovaný materiál a lépe tak využít ložný prostor transportních prostředků. Tento názor, kterým byl zdůvodňován i nákup nákladných sekaček na terénních podvozcích se v praxi nepotvrdil. Koncentrace materiálu určeného ke štěpkování nebývá na těžebních plochách tak vysoká, aby umožnila plné časové využití sekaček, a jejich přejížděním v terénu docházelo k tak vysokým ztrátám strojového času, že většina závodů postupně přešla ke štěpkování na odvozním místě – s dopravou klestu k sekačce vyvážecími soupravami nebo upravenými přívěsy za speciálními lesními traktory. Hustota volně naspaných nesetřesených štěpek je cca 194 kg/m^3 . Zjištěná průměrná hustota klestu loženého a hutněného drapákem hydraulické ruky činila $173,55 \text{ kg/m}^3$, tj. 89,5 % hustoty volně sypaných štěpek. (Simanov 1992).

Zpracování dendromasy lze podle použité technologie rozlišit na:

- štěpkování,
- drcení,
- balíkování.

Zpracování dendromasy lze provádět na různých lokalitách:

- na pasece (u pařezu),
- na OM,
- u odběratele.

7.3.1. Štěpkování dendromasy

Štěpkování je dělení dendromasy ostrými noži. Kvalita produktu – lesní štěpky je vysoká, odběratelé ji odebírají nejraději. Nože štěpkovačů však vyžadují kvalitní dendromasu bez příměsí zemin a hornin, tj. dendromasu, která nebyla při předcházejících operacích znečištěna. Zajistit tuto vstupní surovinu v požadované kvalitě je technologickým problémem.

Nejdříve proto bylo považováno za optimální štěpkování dendromasy na pařezu. Při této metodě odpadla nutnost vyvážení klestu z porostu, čímž se omezilo riziko znečištění. Pojízdný štěpkovač na podvozku vyvážecí soupravy s neseným kontejnerem sbíral hydraulickou rukou těžební odpad a štěpkoval jej přímo v porostu. Následně však bylo nutno vyvážet vyrobenou štěpku tímto strojem na OM a tím vlastně nedocházelo k úspoře nákladů. Tato metoda je vhodná pouze na krátké vyvážecí vzdálenosti a v rovinných terénech. Štěpkovač na podvozku vyvážecí soupravy se zásobníkem na vyrobenou štěpku je velmi těžkým strojem s vysoko uloženým těžištěm, který má nízkou svahovou dostupnost, především boční.

Štěpkování klestu na OM vyžaduje šetrné sbírání a přibližování klestu na OM. Firmy, které štěpkují klest na OM, si zpravidla klest vyvážejí vlastními prostředky, aby zajistily vysokou čistotu tohoto materiálu, nebo provádějí důslednou přejímku vyvezeného klestu. Při zjištění vyššího znečištění klestu, odmítají tento klest zpracovávat.

V současné době je nabídka štěpkovačů velmi široká, záleží na vlastníkově lesa nebo dodavateli služeb jaké má požadavky na příslušný stroj a jaké výkony plánuje realizovat. U výkonných štěpkovačů je limitujícím faktorem obsluha zabezpečující přísun dendromasy do štěpkovače.

Používání štěpkovačů v místě spotřeby, tj. u odběratelů dendromasy není příliš běžné. Pouze některé dřevozpracující podniky jsou vybaveny tímto zařízením, které je prioritně využíváno ke štěpkování dendromasy dále nevyužitelné k dalšímu zpracování.

Náklady na štěpkování jsou rozdílné. Se zvyšujícím se výkonem štěpkovače klesají náklady na technickou jednotku vyrobené štěpky. Náklady je možno stanovit v intervalu od 60 Kč/prm štěpky do 140 Kč/prm štěpky. Průměrný náklad je možno kalkulovat ve výši 100 Kč/prm štěpky.

Data o energetické náročnosti štěpkování jsou špatně dostupná. Jediné informace uvádí Alexandr (1991) v rámci vyhodnocení zkušebního provozu štěpkovaček u StčSL. Energetická náročnost se podle Alexandra (1991) pohybuje od 2,8 do 4,1 litru naftu na výrobu

lesních štěpek z 1 m³ dřevní hmoty (nikoliv 1 m³ vytěženého hroubí). Tato technická jednotka je špatně uchopitelná pro další výpočty.

7.3.2. Drcení dendromasy

Drcení je dělení dendromasy kladivy, zpravidla rotujícími. Kvalita produktu – lesní měli je různorodá. Dendromasa je lámána či rozvlákňována kladivy, výsledkem jsou různě velké části rozlámané dendromasy, odběratelé ji nepreferují. Pro spalování měli je nutno mít speciální kotle s upravenými dopravními cestami pro tento materiál. Pro dopravu tohoto materiálu se nehodí dopravní cesty vyvinuté pro dopravu uhlí, které většina velkých spotřebitelů v současnosti dosud využívá.

Drcení dendromasy je novější technologie, která postupně nahrazuje štěpkování na pracovištích s vyšší koncentrací dendromasy. Drtiče jsou robustní stroje s vysokým výkonem. Konstrukce těchto strojů umožňuje zpracovat i znečištěnou dendromasu, dokonce i vykloučené pařezy. Drtiče jsou optimální pro zpracování jehličnatého klestu nebo slabých listnatých větví. Naopak drcení dendromasy větších rozměrů je energeticky náročné a proto neefektivní. Problematické je i drcení čerstvého dřeva měkkých listnáčů, např. topolů. Čerstvé dřevo měkkých listnáčů je pružné až elastické a velmi dobře odolává kladivům drtiče.

Použití drtičů v porostech nebo na pasekách je prakticky vyloučeno. Drtiče jsou naopak optimální technologií pro zpracování dendromasy na OM popř. přímo u odběratele.

Nákladovost drcení je obdobná jako u štěpkování. Drtič je možno objednat i na práci ve mzdě. Provozní hodina drtiče je nabízena za 3000 – 3500 Kč.

7.3.3. Balení dendromasy

Úklid dendromasy po těžbě je možno též zabezpečit formou balíkování klestu přímo na pasece. Balíkování klestu je moderní technologie používaná především ve skandinávských státech. Při vyvážení balíků z pasek se používají standardní vyvážecí soupravy. Pro dopravu je možné následně používat speciální lesnické nákladní automobily. Výhodou této technologie

je využití standardních lesnických prostředků pro přibližování i odvoz zpracované dendromasy.

Balíkovací stroje se používají pro zpracování klestu přímo na pasece do balíků, které jsou vhodné pro další distribuci. Dendromasa však musí být vhodně při těžbě uložena a připravena. Vršky zpracovávaných stromů se nerozřezávají, ale naopak je nutno je ponechat v celku, aby mohly v budoucích balících tvořit základní osu. Dendromasu je nutno umístit do hromad nebo valů, aby balička mohla maximálně využít strojový čas. Vlastní sbírání dendromasy je časově nejnáročnější operací, která rozhoduje o výkonnosti celého balíčního uzlu.

Balička klestu lisuje klest do balíků kruhového průměru o průměru 70 cm, délka balíků je programově nastavitelná, za standardní je považována délka 3 m (i u balíků je používán nadměrek, délka je nastavena na 3,08 m). Tento standardní typ balíku má objem 1,15 prm, jeho váha se pohybuje v závislosti na vlhkosti a slisování od 300 do 400 kg. Výkon baličky klestu je 5 – 8 balíků/hodinu.

Velmi nevhodné pro tuto technologii je ukládání klestu pod kola harvestoru na přibližovací linku. Tento materiál je pro tuto technologii zcela znehodnocen. Provoz baličky je vhodný na písčitých a hlinitopísčitých půdách bez výskytu kamení na povrchu. Naopak při provozu baličky na kamenitých pozemcích dochází často k zabalení kamene do balíku klestu a při následném krácení dochází k ztupení řetězu krátící pily baličky.

Tato technologie je vhodná pro balení čerstvého jehličnatého klestu, který dobře drží po slisování tvar balíku. Pokud jsou balíky ponechávány v porostu nebo na odvozním místě delší dobu, vlivem opadu jehličí a snižováním vlhkosti zabaleného materiálu, ztrácí soudržnost a začínají se rozpadat.

Těžební zbytky po listnaté těžbě jsou pro tuto technologii zcela nevhodné, balička nedokáže tento materiál řádně slisovat a zabalit do transportu schopných balíků.

Balíky klestu a těžebních zbytků nepodléhají zkáze tak rychle jako štěpka. Skladování balíků u odběratele je proto výrazně vhodnější než skladování štěpky. Tato energetická dendromasa se velmi dobře hodí jako pojistná zásoba.

Odběratelé však nejsou dosud technologicky vybaveni na pálení celých balíků. Proto dochází ke štěpkování balíků před jejich energetickým využitím. Tato operace je další nákladovou položkou, která vlastní palivo nezhodnocuje, pouze jej upravuje. Tato skutečnost v současnosti snižuje poptávku po takto zpracované dendromase pro energetické využití.

Nabídková cena balení klestu na pasece je 15 Kč/m³ vytěženého hroubí, za přibližování balíků klestu na OM je stanovena cena 10 Kč/m³ vytěženého hroubí. Celková cena za balení klestu a vyvezení balíků klestu na OM je 25 Kč/m³ vytěženého hroubí.

7.3.3.1. Provozní zkouška balení dendromasy

Provozní zkoušky byly provedeny s pracovním uzlem ve složení balička klestu Timberjack 1490 a vyvážecí kolová souprava Timberjack 1110 D. Provozní zkoušky byly prováděny na přelomu listopadu a prosince 2006, počasí bylo dobré, bez sněhové pokrývky. Pro balení klestu byly zvoleny dvě lokality. Klest pocházel z mytních úmyslných těžeb prováděných harvesterovou technologií. Klest byl však starší 6 měsíců, což nebyla optimální hmota pro tuto technologii. Průměrně byl jeden balík klestu vyroben z klestu z 2,5 m³ vytěženého hroubí, což bylo ovlivněno právě stářím klestu.

V rámci provozní zkoušky byla zjišťována energetická náročnost této technologie. Obě pracoviště, na kterých byly provozní zkoušky prováděny, je možno svým charakterem považovat za průměrné. Vykazované m³ hroubí, ke kterému byl vztažen objem vyklizeného klestu, byly úměrně kráceny o podíl klestu, který nebyl touto technologií zpracován (klest zaježděný v přibližovacích linkách, listnatý klest atd.).

Tab. 77 Energetická náročnost balení klestu včetně přibližování

Prac.	Balíky ks	Hroubí m ³	Spotřeba nafty		Průměrná spotřeba nafty					
			Balička litry	Vyvážeečka litry	Balička		Vyvážeečka		Celkem	
					l/balík	l/m ³	l/balík	l/m ³	l/balík	l/m ³
1	141	460	92	80	0,65	0,20	0,57	0,17	1,22	0,37
2	157	277	93	75	0,59	0,34	0,48	0,27	1,07	0,61
Celk.	298	737	185	155	0,62	0,25	0,52	0,21	1,14	0,46

Energetická náročnost na jeden balík klestu přibližného na OM je více jak 1 litr nafty.

7.4. Manipulace s dendromasou

Manipulace s dendromasou jsou různé technologické operace, které je nutno v rámci zajištění dodávek z OM k odběrateli provádět. Někteří výrobci např. foukají vyráběnou štěpku na hromady, ze kterých je štěpka následně nakládána na dopravní prostředky a dopravována ke spotřebiteli. Jinou používanou variantou je foukání štěpky do traktorových vleků určených pro dopravu řezanky v zemědělství (popř. do nákladních automobilů určených k tomuto účelu) a následné vyvezení štěpky na překladiště. Na překladišti je štěpka nakládána zpravidla nakladačem na velkoobjemový dopravní prostředek a dopravována ke spotřebiteli.

Tyto operace jsou zbytné, pokud se zpracovateli dendromasy podaří zajistit takovou logistiku, která tyto operace vyloučí. Náklady na manipulaci s dendromasou často rozhodují o efektivnosti celého výrobního řetězce zpracování a dodávky dendromasy.

7.5. Doprava dendromasy

Doprava dendromasy je poslední fází realizace. V podmínkách České republiky se v převážné míře používá doprava silniční. Doprava dendromasy po železnici zatím nemá tradici a vzhledem ke krátkým dovozním vzdálenostem nelze předpokládat ani její rozšíření.

První zmínky o dopravě lesních štěpek uvádí Duha (2005). V druhé polovině 80. let minulého století byla ve spolupráci lesních závodů Frýdlant v Čechách (SvčSL), Vrchlabí a Horní Maršov (VčSL) vyvinuta kontejnerová technologie dopravy vyrobených lesních štěpek. Tato technologie umožnila lepší využití odvozních prostředků. Bohužel podle dostupných informací využívání této technologie nemělo dlouhého trvání. S ukončením výroby lesních štěpek začátkem 90. let, zanikla i kontejnerová technologie.

K dopravě dendromasy je nejekonomičtější využívat speciální velkoobjemové kontejnerové soupravy o ložném objemu 70 m³ až 90 m³. Dopravní náklady jsou významnou položkou, která též určuje efektivnost dodávek dendromasy.

Na výstavě Interforst 2006 v Mnichově byl vystavován komplexní kontejnerový systém pro lesní hospodářství. Univerzální kontejnery jsou určeny jak pro sortimenty dřeva,

tak i pro sypké materiály, např. lesní štěpku. Kontejner je nakládán přímo při výrobě štěpky nebo při přibližování vyvážecí soupravou. Lesní může průběžně vyplnit dodací list nezávisle na době dopravy a např. SMS správou odeslat spediční firmě informace o odbaveném kontejneru. Spediční firma odváží kontejner k odběrateli nebo na nejbližší nádraží. Kontejnerová doprava je moderní způsob dopravy, který i v distribuci lesnických produktů může přinést zefektivnění lesnické logistiky.

7.5.1. Kalkulace nákladů na dopravu dendromasy

Náklady na dopravu dendromasy pro energetické využití v sypkém stavu byly zpracovány v rámci studie „Potenciál dřevní hmoty pro energetické využití v Plzeňské teplárenské, a.s., II část“ (Chytrý 2005). Náklady byly zkalkulovány pro oba potenciální způsoby dopravy:

- dopravu silniční a
- dopravu kombinovanou (železniční se současným vyřešením soustředění dřevní hmoty do odesílací stanice a nakládku vagónů).

Pro kalkulaci dopravních nákladů byla zpracována modelová situace, v rámci které byla stanovena:

- kritéria pro dislokaci dodávek dřevní hmoty, tj. způsob rozdělení dodávek do jednotlivých přírodních lesních oblastí v příslušné zájmové oblasti,
- těžišť jednotlivých přírodních lesních oblastí, tj. místa, která z pohledu tvaru a lesnatosti části přírodní lesní oblasti mají průměrnou vzdálenost do místa spotřeby a
- objem dřevní hmoty, který bude z těžiště dopravován do místa spotřeby.

Dopravní náklady byly kalkulovány jednotně pro dendromasu v seštěpkovaném stavu, aby zjištěné hodnoty mohly být vzájemně porovnatelné.

7.5.2. Kalkulace nákladů na silniční dopravu dendromasy

Kalkulace nákladů byla prováděna pro kontejnerové odvozní soupravy se dvěma velkoobjemovými kontejnery o objemu 40 m³. Průměrný náklad soupravy pro potřebu výpočtů byl stanoven na 75 prn štěpky. Kalkulace byla založena na principu jedné nakládky a

jedné vykládky, tj. oba kontejnery jsou přistaveny v jenom místě, kde jsou naplněny, a odvezeny do místa spotřeby.

Dopravné je kalkulováno jako dvousložkové. Náklady na jednu soupravu zahrnují náklady související s naložením a složením, poplatky za čekání a prostoje, nájemné kontejneru apod. Pro potřeby kalkulace byly náklady na jednu dodávku (75 prn, tj. 22,7 t) odhadnuty na 1000,-- Kč. Druhou složkou jsou náklady na 1 km ujetý s nákladem. Sazba za ujetý km je 42 – 48 Kč. Pro potřeby této studie byla použita sazba 45 Kč/km.

Tab. 78. Průměrná vzdálenost a dopravní náklady

	Průměrná vzdálenost	Průměrné dopravní náklady		
	km	Kč/soupravu	Kč/prm	Kč/t
Oblast I	17	1777	24	78
Oblast II	39	2757	37	121
Oblast III	65	3936	52	173
Oblast IV	89	5000	67	220
Zájmová oblast celkem	64	3902	52	172

Při rovnoměrném zastoupení dodávek z celé zájmové oblasti je průměrná dopravní vzdálenost 64 km. Průměrné optimální náklady na přepravu 1 prn byla kalkulovány na 52 Kč/prm (172 Kč/t).

7.5.3. Kalkulace nákladů na kombinovanou dopravu dendromasy

Použití kombinace silniční a železniční dopravy je organizačně náročnější. Štěpka je často vyráběna na odvozním místě v lese, kde musí být naložena na dopravní prostředek, který ji dopraví k nejbližší železniční stanici (odesílací stanici). V odesílací stanici nebo v její blízkosti je nutno zřídit deponii štěpky, protože není vždy možno sladit čas výroby, silniční dopravu a dobu přistavení vagónů. Následně po přistavení vagónů je štěpka nakládána nakladačem z deponie do vagónů. České dráhy zajistí přepravu vagónu po železniční dopravní cestě do místa určení. Vyložení vagónů bude provedeno v areálu odběratele. Protože v kalkulaci jsou zahrnuty samovysýpací vagóny, nejsou náklady na vykládku vagónů u odběratele kalkulovány.

Pro každou zvolenou železniční stanici byla odhadnuta průměrná odvozní vzdálenost z místa výroby do železniční stanice a zjištěna dopravní vzdálenost po železnici z odesílací stanice do stanice Plzeň – hlavní nádraží. Zvolená odesílací stanice není jedinou stanicí, kterou je možno pro danou přírodní lesní oblast použít, pro další výpočty však slouží jako reprezentativní pro všechny dodávky v rámci jedné přírodní lesní oblasti. Železniční síť je podstatně řídkší než síť silniční, což má za následek prodloužení přepravní vzdálenosti po železnici.

Doprava štěpky z lesa do železniční stanice je dopravou na krátké vzdálenosti. Jsou využívány převážně lesní cesty a silnice třetí třídy. Tato doprava je uskutečňována levnými dopravními prostředky, které má vlastník lesa nebo firma, která poskytuje služby vlastníkovu lesa, k dispozici. Často jsou používány univerzální traktory s přívěsy, nákladní auta se zemědělskými nástavbami apod. Pro kalkulaci byla zvolena doprava univerzálním kolovým traktorem se dvěma zemědělskými přívěsy na řezanku o objemu 25 m³ tj. 50 m³ na jedné soupravě. Nakládka přívěsů se předpokládá přímá, tj. nafoukáním při výrobě štěpky a složení na deponii u železniční stanice prostým vyklopením nákladu.

Tab. 79. Podklady kalkulace dopravních nákladů z lesa na železniční stanici

Provoz traktorové soupravy	Kč/hod	300
Průměrná rychlost traktoru	km/hod	20
Manipulace – provoz traktoru	hod/náklad	0,5
Náklad na jednu jízdu tam a zpět	prm/jízdu	50
Dopravní náklady	Kč/km	30

Tab. 80. Průměrná vzdálenost a dopravní náklady z lesa na železniční stanici

	Průměrná vzdálenost	Průměrné dopravní náklady		
	km	Kč/soupravu	Kč/prm	Kč/t
Oblast I	3	240	5	16
Oblast II	9	417	8	28
Oblast III	9	414	8	27
Oblast IV	12	517	10	34
Zájmová oblast celkem	10	439	9	29

Průměrná vzdálenost z lesa od místa výroby na nejbližší železniční stanici je 10 km. Minimální náklady na odvoz štěpky z lesa na deponii v odesílací stanici dosahují 9 Kč/prm.

Po přistavení železničních vagónů musí být v krátké době dendromasa naložena, aby prostoj vagónů ve stanici byl co nejkratší. Naložení bude prováděno nakladačem, předpokládaný výkon je 75 prm/hod, tj. doba nakládky jednoho vagónu je jedna hodina.

Tab. 81. Kalkulace nákladů na naložení vagónů

Provoz nakladače	Kč/hod	450
Výkon nakladače	prm/hod	75
Vagónování štěpky	Kč/prm	6

Kalkulované náklady na naložení 1 prm štěpky jsou 6 Kč.

V kalkulaci bylo uvažováno s pronájmem zdvojených 2-osých velkoobjemových vozů o objemu cca 75 m³ (průměrný náklad cca 25 tun), pronájem těchto vagónů byl ve výši 1500 Kč/den. Průměrná nakládací perioda byla kalkulována maximalisticky na 48 hodin, tj. každý druhý den bude plný vagón vyložen na vlečce odběratele. Takto vysoké využití vagónů se jeví jako těžko dosažitelné, ale z ekonomického pohledu bylo zcela nezbytné.

Cena přepravy byla zpracována společností BRNO Trans EURAIL spol. s r.o. Dovozné za ložený vůz bylo cca o 15 % nižší, než přeprava ve vozech Českých drah. V kalkulaci byl použit tarif roku 2005, snížený o dalších 20 % množstevních slev. Cena dovozného za prázdný vůz byla kalkulována dle tarifu roku 2005. Ceny přepravy byly kalkulovány z odesílací stanice do stanice určení Plzeň hl.n. a opačně.

Tab. 82. Průměrná vzdálenost a dopravní náklady po železnici

	Průměrná vzdálenost	Průměrné dopravní náklady		
	km	Kč/soupravu	Kč/prm	Kč/t
Oblast I	27	7329	98	322
Oblast II	41	7711	103	339
Oblast III	79	8803	117	387
Oblast IV	128	9695	129	427
Zájmová oblast celkem	84	8773	117	386

Průměrná vzdálenost po železnici z odesílací stanice do stanice Plzeň hl. nádraží je vyšší než vzdálenost po silnici. Tato skutečnost odpovídá nižší hustotě železniční sítě ve srovnání se sítí silniční. Náklady na dopravu po železnici jsou poměrně vysoké, ale se zvyšující se dovozní vzdáleností se náklad na dovozní km snižuje.

Tab. 83. Průměrné náklady kombinované dopravy

	Průměrné dopravní náklady		
	Kč/soupravu	Kč/prm	Kč/t
Oblast I	8139	109	358
Oblast II	8787	117	387
Oblast III	9874	132	434
Oblast IV	10921	146	481
Zájmová oblast celkem	9882	132	435

Průměrné náklady kombinované dopravy jsou významně vyšší ve srovnání se silniční dopravou.

7.5.4. Vyhodnocení dopravních variant

V podrobných kalkulacích byly zjištěny optimální náklady na silniční a kombinovanou dopravu. Dopravu štěpky lze charakterizovat jako dopravu regionální, protože hodnota vlastního dopravovaného materiálu je relativně nízká a neumožňuje přepravu na velké vzdálenosti. V tomto duchu vychází i vlastní vyhodnocení kalkulovaných variant. Železniční doprava, která má své přednosti v přepravě na velké vzdálenosti, nemůže v regionální dopravě konkurovat operativnější silniční dopravě. Pokud dále je nutno připočítat i náklady obslužných činností, tj. vyčíslit celkové náklady kombinované dopravy, stává se varianta kombinované dopravy zcela nekonkurence schopnou.

Tab. 84. Porovnání průměrných nákladů silniční a kombinované dopravy v Kč/prm

	Silniční	Kombinovaná	Rozdíl
Oblast I	24	109	- 85
Oblast II	37	118	- 80
Oblast III	52	132	- 79
Oblast IV	67	146	- 79
Zájmová oblast celkem	52	132	-80

Tab. 85. Porovnání průměrných nákladů silniční a kombinované dopravy v Kč/tunu

	Silniční	Kombinovaná	Rozdíl
Oblast I	78	358	- 280
Oblast II	121	387	- 265
Oblast III	173	434	- 261
Oblast IV	220	481	- 261
Zájmová oblast celkem	172	435	-263

Silniční doprava je nejefektivnější způsob dopravy dendromasy v zájmové oblasti. Ze žádného bodu nebo území v rámci zájmové oblasti není efektivnější použití kombinované dopravy.

7.6. Přejímka dodané dendromasy

Přejímka dendromasy musí být prováděna rychle, průhledně a jednoduše, ale současně musí poskytnout dostatek údajů nezbytných k fakturaci. Jednotkou fakturace může být:

- tuna dodané dendromasy,
- prostorový metr dodané dendromasy,
- atrotuna dodané dendromasy
- gigajoule obsažený v dodané dendromasy,
- gigajoule vyrobený z dodané dendromasy.

Všechny tyto metody jsou v praxi používány. Malé provozy nejčastěji přejímají dodanou energetickou dendromasu podle objemu, který měří velmi jednoduchými metodami. Výkupní ceny jsou dále diferencovány podle druhu popř. kvality dodané dendromasy. Tato metoda je rychlá, technologicky nenáročná, levná, ale méně přesná.

Větší provozy, které mají k dispozici možnost vážení dopravních prostředků, přejímají dodanou energetickou dendromasu na základě vážení a měření vlhkosti. Tato metoda již předpokládá určité technologické vybavení (váha, vlhkoměr). Vyhodnocení zjištěných hodnot je též rychlé, jednoduché, ale přesnější než u první metody. Odběratel energetické dendromasy si musí ekonomicky vyhodnotit, zda investice do technologií, které tento způsob přejímky vyžaduje, je ekonomická ve srovnání výslednými efekty – vyšší přesnost a exaktnost zjištěných hodnot, zvýšení prestiže u dodavatelů atd.

Přejímka podle zjištěných atrotun v dodané dendromase se používá u zahraničních odběratelů, především v Rakousku. Princip měření je stejný jako u předcházející varianty, tj. vážení a měření vlhkosti dodané dendromasy.

Měření výhřevnosti v dodané energetické dendromase je finančně náročná metoda. Z každé dodávky, popř. z každého souboru dodávek stejné kvality je nutno odebrat vzorek dodávané dendromasy, který musí být následně laboratorně vyhodnocen. Současně musí být stanoven objem nebo hmotnost dodávky, ke které se vzorek vztahuje. Cena za vyhodnocení jednoho vzorku se pohybuje od 1000 Kč do 2500 Kč. Pokud bychom vyžadovali vyhodnocování každé dodávky (vagónu, odvozní soupravy) o objemu 75 prn, zatížili bychom každý dodaný prn 13 – 33 Kč. Tyto náklady jsou zcela zbytečně vynaložené a výrazně zhoršují ekonomiku celého systému. Například při kapacitě spotřeby 200 tis. tun štěpky ročně by náklady na vyhodnocování výhřevnosti dodaného materiálu dosáhly 8,8 – 22 mil. Kč. Z tohoto jednoduchého zhodnocení efektivnosti je zřejmé, že používání této metody je velmi nákladné a neefektivní.

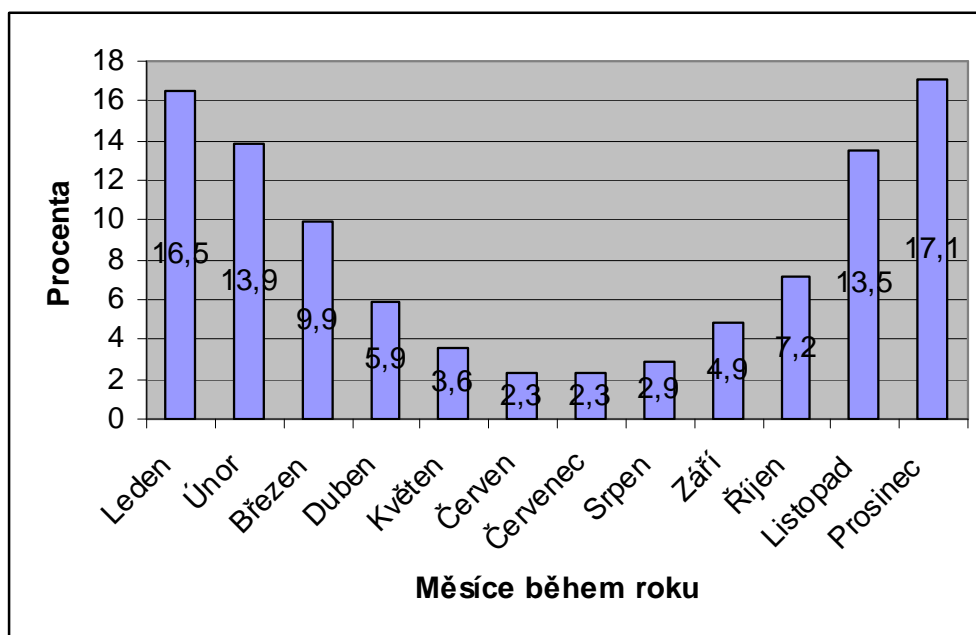
Poslední uvedená varianta je fakturace podle vyrobeného tepla nebo elektrické energie z dodané dendromasy. Při skladování a spalování je nutná evidence dodavatelů konkrétní dodané dendromasy. Tato metoda se používá v případě jednoho výhradního dodavatele energetické dendromasy. Pokud je dodavatelů několik (dva, tři maximálně čtyři) je nezbytné skladovat dodávky jednotlivých dodavatelů odděleně a současně musí být vypracována metodika časového rozlišení vyrobeného tepla (energie) v závislosti na dodávkách z jednotlivých skládek (boxů). Tato metoda nepracuje ani s váhovými ani s objemovými jednotkami, ale je založena na efektu, který byl z dodané dendromasy dosažen. Při použití této metody je nutná vysoká úroveň důvěry obou smluvních partnerů při současné možnosti kontroly naměřených hodnot dodavatelem.

Každá z popsaných metod má své přednosti i nedostatky. Se zvyšující se přesností stanovení parametrů dodávky se zvyšuje technologická i finanční náročnost přejímky. Zásadou by měla být přejímka rychlá a levná, jejíž přesnost bude dostatečná.

7.7. Skladování dendromasy

Spotřeba dendromasy pro energetické využití je v průběhu roku značně nerovnoměrná v závislosti na povětrnostních podmínkách.

Graf 3. Procentuelní rozdělení potřeby tepla během roku (Roček a kol., 1998)



Štěpka, popř. měl je z pohledu skladování problematickou surovinou. Činností živých parenchymatických buněk, chemickým oxidací, hydrolýzou celulósových komponentů v kyselém prostředí a biologickou aktivitou bakterií a hub se štěpky poměrně rychle rozkládají, čímž dochází ke ztrátě objemu a zvyšování vlhkosti. Současně vzrůstá vnitřní teplota skladovaných štěpek na 50 – 70° C a za určitých okolností může dojít k samovznícení (při překročení teploty cca 100° C). Náběh rozkladných procesů je pozvolnější a ztráty objemu během prvního měsíce zpravidla nepřekročí 3 %. V dalších měsících se činnost mikroorganismů a hub stupňuje a ztráty objemu již dosahují průměrně 5,5 % měsíčně. Po pěti měsících skladování se ztráty objemu opět snižují na 2,5 až 3,3 % měsíčně. V osmém měsíci již dochází k výrazné mineralizaci štěpky, v podstatě je již možno mluvit o kompostování nikoliv skladování (Simanov 1993).

Tab. 86. Průměrné ztráty objemu štěpky v průběhu skladování (Simanov, 1993 – upraveno)

	Tech. Jedn.	Počet měsíců skladování štěpek							Celkem
		1	2	3	4	5	6	7	
Ztráta objemu	%	3,0	5,5	5,5	5,5	5,5	3,0	3,0	31,0
Skutečný objem	%	97	91,5	86	80,5	75	72	69	X

Energetické využití dendromasy ve srovnání s černým i hnědým uhlím představuje zvýšené nároky na objemovou spotřebu paliva, tj. se změnou paliva je nezbytné rozšířit skladovací prostory.

Tab. 87. Porovnání výhřevnosti a objemové náročnosti paliv (Trnobranský, 2003)

Palivo	Výhřevnost [MJ/kg]	Objemová náročnost [litrů/GJ]
hnědé uhlí	17,0	84
černé uhlí	26,0	54,94
polenové dřevo		
- buk	13,6	155,76
- smrk	14,5	218,8
drcená smrková kůra	10,2	459,8
dřevěné brikety	17,5	47,6

Jak je z uvedených hodnot patrné, je objemová náročnost pro dřevní hmotu srovnatelná s uhlím pouze v případě dřevěných briket, které vykazují měrnou hmotnost $\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$ (Trnobranský 2003).

V průběhu skladování dochází též ke změně vlhkosti, což má rozhodující vliv na energetickou využitelnost paliva.

Tab. 88. Změny absolutní vlhkosti při skladování štěpek (Nimrat, 1984, in Simanov, 1993)

Uskladnění typu	A	B	C	D
Měsíc uskladnění	Absolutní vlhkost v %			
0 (prosinec)	85	82	70	78
1 (leden)	95	81	58	55
2 (únor)	101	83	54	45
3 (březen)	108	79	52	35
4 (duben)	101	66	46	28
5 (květen)	84	37	39	20
6 (červen)	84	35	33	17
7 (červenec)	68	29	30	17
8 (srpen)	62	39	20	17
9 (září)			27	17

Pozn. Uskladnění typu A – na zemi bez přístřešku
 typu B – na podložce nad zemí, bez přístřešku
 typu C – na zemi pod přístřeškem
 typu D – na podložce nad zemí pod přístřeškem

V průběhu skladování však nedochází pouze ke snižování vlhkosti, ale vlivem sublimace éterických látek a působením rozkladných mikroorganismů dochází i ke snižování výhřevnosti skladovaných lesních štěpek.

Tab. 89. Hmotnostní ztráty a úbytek spalného tepla (ztráty přepočteny na sušinu) (Bjorklund 1984, in Simanov, 1993)

	Štěpky mm	Energetické ztráty v %	
		6 měsíců	měsíčně
BOR, SM (stromy)	8	8,2	1,4 - 3,0
BOR, SM (stromy)	30	7,9	1,3 – 2,7
BOR, SM (stromy)	70	7,7	1,3 – 1,9
BOR (stromy)	30	11,6	1,9 – 3,0
SM (stromy)	30	9,4	1,6 – 4,0
BŘ (stromy)	30	6,0	1,0 – 2,2
SM (tyče odvětvené)	30	5,6	0,9 – 2,0
BŘ (tyče odvětvené)	30	5,6	0,9 – 1,1

Dále při manipulaci se štěpkou skladovanou déle než jeden měsíc je nutno jako ochranu před houbovými záněty plic způsobenými výtrusy hub používat respirátory. Škodlivé působení hub a plísní na člověka není dosud ještě zcela probádané, je však důvodem k maximální opatrnosti při manipulaci s déle uskladněnou štěpkou.

Na základě skutečností se nedoporučuje dlouhodobé skladování štěpky. Současně je cílem každého podnikatele provozní zásoby minimalizovat a nahradit je spolehlivým systémem dodávek „just in time“.

Vedle provozní zásoby je nezbytné mít k dispozici zásobu pojistnou pro kritické situace. Především v zimním období vlivem špatných povětrnostních podmínek zcela bez

zavinění dodavatelů může dojít k přerušení dodávek energetické dendromasy. Pojistná zásoba energetické dendromasy musí být dlouhodobě skladovatelná. Podmínku dlouhodobé skladovatelnosti však štěpka nebo měl jako energetických zdroj nesplňuje.

Jako pojistnou zásobu je možno použít balíky krajin z dřevozpracujících provozů, balíkový klest nebo jiný podobně balený dřevní odpad. Výhřevnost této dřevní hmoty správně skladované se s délkou doby skladování zlepšuje, protože dochází k jejímu přirozenému prosychání. Pojistnou zásobu však též nelze skladovat neomezeně. Každá dřevní hmota podléhá hnilobným procesům, i když pomaleji. Je doporučováno minimálně jednou ročně v letním období pojistnou zásobu zužitkovat a předzásobit se novým materiálem na zimní období.

Vyčíslení objemu pojistné zásoby je poměrně problematické. Přepočtové koeficienty i zkušenosti jednotlivých provozovatelů podobných zařízení se liší. Pro vyčíslení objemu pojistné zásoby jsou i v České republice využívány rakouské normy M7132 a M9466 o přepočtech objemových metrů dřeva na pevné metry.

Tab. 90. Přepočet prostorových metrů (prm) na pevné metry (m^3)

Sortiment	Koeficient (prm/ m^3)
Krajiny a třísky	0,60
Štěpka sypaná	0,35

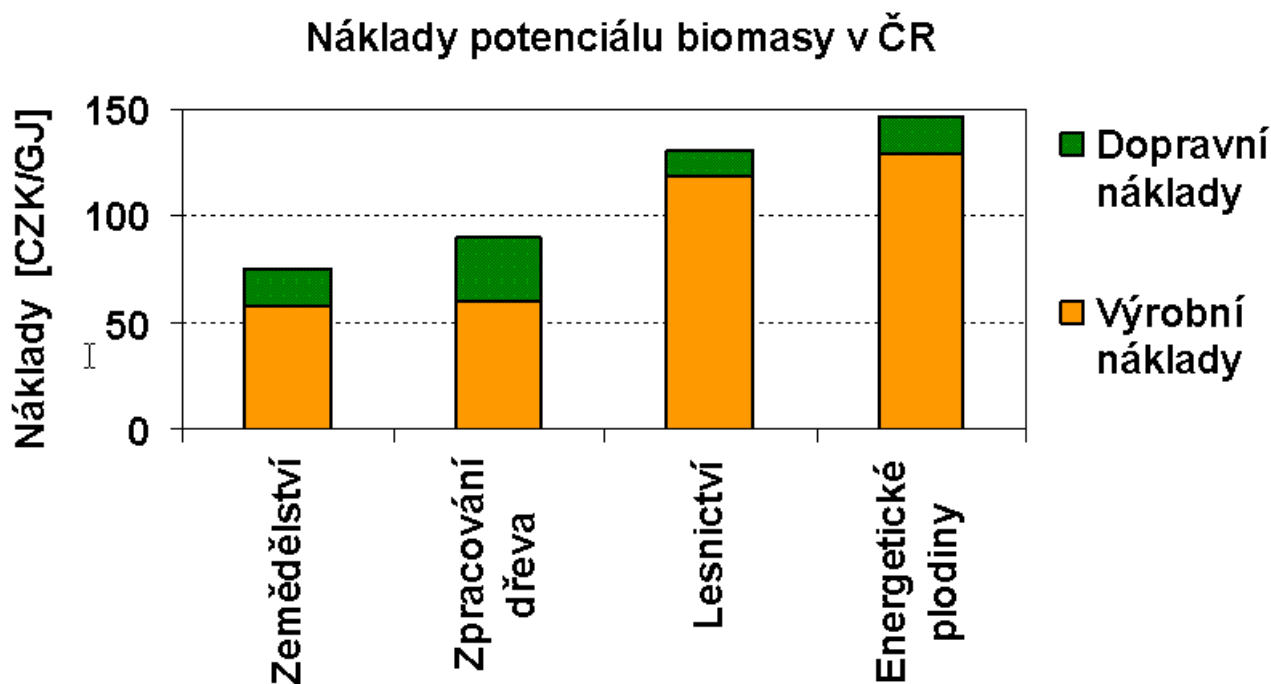
Z těchto hodnot vyplývá, že z $0,58 m^3$ dřevní hmoty pojistné zásoby je možno vyrobit $1 m^3$ štěpky. Pojistná zásoba je též výhodná z pohledu její nižší náročnosti na objem skladovacích prostor.

8. Náklady na výrobu dendromasy

Náklady na výrobu lesních štěpek v 80. letech nebyly v dostupných zdrojích uváděny. V této době nebylo sledování nákladů a ekonomika stranických úkolů předmětem zájmu. Jediným cílem bylo splnění úkolu bez ohledu na efektivnost tohoto konání. Nicméně nákladovost a efektivnost musí být vždy posuzována v kontextu cenové a mzdové úrovně příslušného období. Tyto data by proto stejně měly pouze historickou hodnotu, jejich transformace do současných podmínek by byla velmi složitá a nepřesná.

Velmi zajímavou práci publikovala Szomolányiová (2004), která komplexně hodnotila průměrné náklady potenciálu jednotlivých zdrojů biomasy v České republice. V práci hodnotila čtyři rozhodující zdroje biomasy: zemědělství, zpracování dřeva, lesnictví a energetické plodiny.

Graf 4. Náklady potenciálu biomasy v ČR (Szomolányiová, 2004)



Nákladová křivka potenciálního využití biomasy v ČR znázorňuje náklady a potenciál nabídky paliva z jednotlivých zdrojů biomasy. Na jedné straně je možné za relativně dostupnou cenu získat malý potenciál biomasy, zatímco za vysokou cenu je již dostupný značný potenciál z energetických plodin. Za průměrnou cenu 73 Kč na GJ energetického obsahu paliva je možné získat ve Středočeském kraji 2,7 PJ paliva ze zemědělských zbytků.

Za o něco vyšší průměrnou cenu 90 Kč/GJ můžeme využít dalších 0,9 PJ paliva z dřevozpracujícího průmyslu a za cenu 114 Kč/GJ i 1,4 PJ z lesních zbytků. Za průměrnou cenu 184 Kč/GJ je dostupný nejdražší potenciál z energetických plodin ve výši 14,5 PJ. Celkově byl tak potenciál využití biomasy odhadnut ve Středočeském kraji na téměř 20 PJ - toto množství je ovšem dosažitelné jen za několika předpokladů. Klíčová je zde zejména podmínka využití cca 30 % zemědělské půdy pro pěstování energetických plodin (Szomolányiová 2004).

Cena biomasy se značně liší mezi jednotlivými regiony a lokalitami. Je to zvláště případ biomasy z lesního hospodářství a z energetických plodin, kde se pro různé regiony průměrná cena liší až o 100% a cena mezi konkrétními lokalitami může být ještě odlišnější. Rozdíly v potenciálu a nákladech mezi jednotlivými regiony se odvíjely od rozličné výnosnosti půdy, hornatosti terénu, produkce dřevozpracujícího průmyslu atd. (Szomolányiová 2004).

Szomolányiová v roce 2004 dále zpracovala odhady energetického potenciálu biomasy podle jednotlivých zdrojů pro jednotlivé kraje a doplnila je průměrnými náklady na produkci biomasy a odhadované dopravní náklady. Přehledy jsou v příloze č. 5.

8.1. Náklady na výrobu dendromasy z rychle rostoucích dřevin

Zdroje pro výrobu štěpky z rychle rostoucích dřevin mají mezi ostatními zdroji pro výrobu štěpek specifické postavení. Investice do založení plantáže RRD již předem předpokládá její návratnost realizací energetických štěpek. Je proto nutné znát nákladovost projektu.

Tab. 91. Náklady na založení produkční plantáže, ošetřování a sklizeň rychle rostoucích dřevin (topol – 10 tisíc řízků na 1 ha) (Weger, 2003)

Operace	Náklady v Kč.ha ⁻¹
Na podzim před založením:	
- podmítka	450,-
- hnojení organickými hnojivy (např. kejda)	800,-
- střední orba (zaorávka)	900,-
- hluboká orba	1 220,-
Na jaře před sázením:	
- příprava půdy	630,-
- hnojení průmyslovými hnojivy (včetně hnojiva)	2 000,-
- nákup řízků	30 000,-
- ruční sázení (150 h à 80,- Kč)	12 000,-
- ruční okopávka (70 h à 80,- Kč)	5 600,-
- plečkování 2x (rotační plečka)	680,-
- ošetření proti škůdcům (včetně přípravku)	1 020,-
2. rok	
- dosadba řízků	1 000,-
- ošetření proti plevelům (2x plečkování)	680,-
- chemické ošetření proti škůdcům	1 020,-
3. rok	
- plečkování (pokud to porost dovolí)	340,-
- ošetření proti škůdcům i chorobám	1 530,-
4. rok	
- ošetření proti škůdcům i chorobám	2 040,-
5. rok	
- sklizeň (včetně štěpkování)	20 000,-
Celkem (přímé náklady)	81 910,-
Celkem (nepřímé náklady) ¹⁾	18 000,-
Celkové náklady	99 910,-

Poznámka: ¹⁾ zahrnují nájemné půdy, daně, odpisy a opravy budov, úroky a režie (za 5 roků)

V roce 2004 byla zjišťována na Výzkumné stanici v Chomutově hmotnost sklizené nadzemní hmoty různých klonů určených pro plantáže RRD. Pokus byl vyhodnocen po 3

letech, sklizeň byla provedena na konci druhé dekády března pomocí ruční motorové pily. Při sklizni byl vyhodnocen i počet rostlin daného klonu na stanovišti a vlhkost sklizené nadzemní hmoty jednotlivých klonů (Váňa 2004). Hektarový výnos byl přepočten na standardní počet 10 tis. jedinců na hektar.

Tab. 92. Produkční hodnocení jednotlivých klonů vrb (Váňa, 2004)

Klon	Hmotnost (kg)	Počet r.	Hmotnost na 1 r. (g)	Vlhkost (%)	Hektarový výnos (t suš./3r.)	Hektarový výnos (t suš./ha.rok)
S 519	194	33	5879	52,5	27,9	9,3
S 150	170	27	6296	50,0	31,5	10,5
S 131	230	19	12105	51,5	58,7	19,6
S 547	145	27	5370	49,5	27,1	9,0
S 638	78	6	13000	53,5	60,5	20,2
S 124	195	27	7222	53,0	33,9	11,3
S 088	33	11	3000	51,0	14,7	4,9
S 117	147	34	4324	47,0	22,9	7,6
S 196	178	30	5933	54,5	27,0	9,0
S 255	83	40	2075	49,0	10,6	3,5
S 669	117	27	4333	55,0	19,5	6,5
S 270	2	39	51	52,0	0,2	0,1
Suma	1572	320	4913	51,6	32,7	10,9

Syntézou dvou výše uvedených výzkumných prací lze odvodit nákladovou náročnost (cena na místě vypěstování bez dopravy k odběrateli). Nejdříve je nutno upravit nákladový model dle Wegera na tříleté obmýcí, celkové náklady na založení, vypěstování a sklizeň plantáže RRD jsou 88 800 Kč/ha. Průměrný náklad na tunu sušiny je 2691 Kč/tunu sušiny, při předpokládané výhřevnosti 18,8 GJ/tunu sušiny je celkový náklad 145 Kč/GJ.

8.2. Kalkulace nákladů na výrobu lesní dendromasy

Kalkulaci nákladů jako nezbytný předpoklad každého podnikatelského záměru je nutno zpracovat před rozhodnutím jeho realizace. Proto byla zpracována tato kalkulační (Chytrý 2005) jako vodítko pro stanovení ceny energetické dendromasy z klestu.

Tab. 93. Kvalifikovaný odhad průměrných přímých nákladů na výrobu energetické dendromasy z klestu včetně dopravy k odběrateli v Kč (Chytrý, 2005)

Průměrné náklady	prm	Tuna	GJ
Úhrada vlastníka	- 30	- 99	- 12
Přiblížování	75	248	31
Štěpkování	90	297	37
Výrobní režie	25	83	10
Doprava	52	172	21
Celkem	212	700	87

V současné době je podnikatelskými subjekty pouze zpracováván koncentrovaný klest po mýtních těžbách na holinách, které jsou přístupné pro techniku. Tato skutečnost ovlivňuje následující kalkulační. Ostatní potenciální zdroje pro výrobu lesních štěpek, jejichž náklady nelze uhradit výkupní cenou, nejsou z ekonomických důvodů vůbec využívány.

Energetický regulační úřad každoročně vyhláší výkupní ceny elektrické energie z obnovitelných zdrojů. V rámci těchto kalkulačních je stanovena plánovaná výkupní cena lesní dendromasy pro energetické využití (kategorie 2). Tato cena se zpravidla současně stává limitní (maximální) výkupní cenou. Pro rok 2007 zpracoval Energetický regulační úřad do svých kalkulačních cenu 100 Kč/GJ. Tato cena přímo stanovila nejen maximální přímé náklady na výrobu lesní dendromasy pro energetické využití, ale též objem zpracovávané dendromasy. Toto tvrzení vychází ze skutečnosti, že dodavatelé nebudou využívat zdroje dendromasy, které nemají šanci na efektivní zpracování a dodávku odběrateli.

Původní kalkulační proto byla přepracovaná tak, aby alespoň přímé náklady na zpracování dendromasy byla kryta cenou vyhlášenou Energetickým regulačním úřadem.

Tab. 94. Kalkulace průměrných přímých nákladů na zpracování dendromasy včetně dopravy k odběrateli v Kč

Průměrné náklady	prm	Tuna	GJ
Úhrada vlastníka	- 25	- 83	- 10
Přiblížování	90	297	37
Zpracování	100	330	41
Režie	25	83	10
Doprava	52	172	21
Celkem	242	799	99

Od roku 2005 došlo k poměrně významným změnám nákladových položek. Vlastníci lesa a zpracovatelé dendromasy se s vidinou rozvoje trhu s dendromasou vhodnou pro energetické využití pořídili moderní výkonnou techniku, došlo k nárůstu ceny pohonných hmot, růstu mezd i jiných souvisejících nákladů. Vlastníci lesů tlačí též na snižování úhrady za vyklízení klestu, tento vliv se projevil poklesem úhrady vlastníků o 2 Kč/GJ. Zvýšené náklady se projeví pouze u přiblížování a zpracování dendromasy. Ostatní položky kalkulace (režie, doprava) se nezvýšily, protože cena stanovená Energetickým regulačním úřadem žádný nárůst nepřipustila. Především zmrazením dopravních nákladů dochází ke snížení využitelného potenciálu lesní dendromasy vhodné k energetickému využití, protože se sužuje území, ze kterého může být lesní dendromasa k odběrateli dodávána.

Tyto poznatky potvrzují tezi Szomolányiové (2004), že na jedné straně je možné za relativně dostupnou cenu získat malý potenciál **biomasy**, zatímco za vysokou cenu je již dostupný značný potenciál. Proto cena nabízená odběratelskými subjekty ještě v současnosti přímo ovlivňuje vynaložené náklady. Podnikatelské subjekty zpracovávají pouze takovou dendromasu, jejíž náklady na zpracování budou pokryty výkupní cenou. Současná výkupní cena limituje využití potenciálu dendromasy. Subjekty zpracovávající dendromasu dosud realizují svůj produkt za výrobní náklady zpravidla bez zisku.

9. Diskuse

Dendromasa byla od počátku historie lidstva zdrojem energie. Se vzrůstající technologickou úrovní společnosti se možnosti využití dendromasy rozšiřují a potenciál pro přímé (okamžité) energetické využití se zužuje. Novým impulsem jsou aktivity Evropské Unie související s podporou rozvoje obnovitelných zdrojů energie. Výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů je však nekonkurenceschopná ve srovnání s náklady na výrobu elektrické energie z fosilních paliv nebo z jádra. Proto byl uzákoněn systém zelených bonusů a garantovaných výkupních cen elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Využívání obnovitelných zdrojů energie pro výrobu tepla však nebylo dosud žádným způsobem podpořeno. Přes podporu výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů bylo k jiným účelům bez jakýchkoliv podpor využito 94,7 % spotřeby dendromasy. Z této skutečnosti je zřejmé, že podpora směřovaná výrobcům elektrické energie není stimulační pro rozvoj využívání obnovitelných zdrojů energie. Dendromasa je vhodná pro energetické využití v blízkosti místa její výroby, nikoliv ve vzdálených velkých elektrárenských provozech.

Potenciál dendromasy vhodné pro energetické využití je v ČR 15 – 19 PJ. Ekonomické, ekologické i technické důvody a intenzita regionální poptávky tento potenciál snižuje. Skutečná využitelnost potenciálu je v ČR 11,5 – 12,8 PJ, tento zdroj může zajistit 0,64 – 0,71 % primární spotřeby energie v ČR.

Potenciál dendromasy druhotně vhodné pro energetické využití je v ČR je 87 PJ. Export surového dříví i výrobků ze dřeva, nedostatečná koncentrace některých zdrojů a znečištění v rámci technologického zpracování dříví snižuje potenciál dendromasy druhotně vhodné pro energetické využití o 50 – 55 %. Skutečná využitelnost potenciálu je v ČR 39 – 44 PJ, tento zdroj může zajistit 2,17 – 2,45 % primární spotřeby energie ČR.

Na úvod každého investičního záměru je nutno zpracovat investiční studii, která nejen posoudí technické možnosti, ekonomickou návratnost, vliv na životní prostředí, ale i dostupnost potřebného množství paliva, což se často stává rozhodující limitou. Pro zodpovězení otázky, kolik paliva z obnovitelných zdrojů je možno v dané lokalitě zajistit, je uvedena metoda stanovení potenciálu konkrétního zájmového území. Z analýzy provedené touto metodou pro město Plzeň např. vyplývá, že problémem není potenciál zdroje ani jeho dlouhodobost, ale závislost na jednom dominantním vlastníkovi – státním podniku Lesy

České republiky, s.p. Rozhodujícím faktorem pro zajištění paliva je jasná a dlouhodobá politika tohoto státního podniku v oblasti dendromasy vhodné k energetickým účelům.

Technické vlastnosti dendromasy zjištěné různými autory se navzájem od sebe liší. Tato skutečnost je dána variabilitou materiálu (dendromasy), kterou zkoumají. Nelze proto jednoznačně stanovit některé převodní koeficienty mezi technickými jednotkami. Dosud není zcela probádáno, jak se chemické složení a struktura dendromasy mění v závislosti na „stárnutí“ a na přirozeném snižování vlhkosti. Přímá závislost mezi procentem vlhkosti, výhřevností, hmotností a objemem u dendromasy neplatí.

Zpracování dendromasy pro energetické využití je technologicky i finančně náročný proces. Technologická zařízení a postupy jsou předmětem kontinuálního vývoje, k jednotlivým technologiím jsou následně kalkulovány průměrné náklady na výkup, shromažďování, zpracování a dopravu energetické dendromasy. V současnosti jsou limitujícími faktory obchodu s energetickou dendromasou regionální poptávka a nízká výkupní cena, při vysokých požadavcích na kvalitu dodávané dendromasy. Na straně většiny dominantních odběratelů dosud není zřejmá ochota budovat speciální technologická zařízení pro spalování dendromasy. Využívání stávajících technologií na spalování uhlí není pro výrobce energetické dendromasy perspektivní.

10. Závěr

Státní energetická koncepce ČR schválená vládou ČR dne 10. března 2004 předpokládá navýšit podíl obnovitelných zdrojů na primární spotřebě ČR z 5 – 6 % v roce 2005 na 15 – 16 % v roce 2030, tj. z 93 PJ na 283 PJ. V roce 2005 bylo k energetickým účelům využito 30,1 PJ dendromasy. Využitelný potenciál dendromasy vhodné i druhotně vhodné k energetickému využití je 50,5 – 56,8 PJ. Možnosti dendromasy byly v roce 2005 využity z 53 – 60 %.

Plánovaný nárůst spotřeby obnovitelných zdrojů na výrobu energie z 93 PJ na 283 PJ, tj. o 190 PJ, lze krýt dendromasou pouze ve výši 20,4 – 26,7 PJ, což je z 10,7 – 14 %. Rozhodující podíl na zvýšení obnovitelných zdrojů pro energetické využití musí být kryt z jiných obnovitelných zdrojů.

V případě vyvíjení tlaku na zvýšení objemu dendromasy nad využitelný potenciál, bude narušena rovnováha mezi přírůstem a využitím dendromasy. Pokud by dlouhodobě byla rovnováha porušena, stala by se dendromasa neobnovitelným zdrojem energie.

Cílem společnosti je zajistit potřebné množství energie s nízkými náklady při maximální ochraně životního prostředí. Jedním z možných řešení je daňové zatížení neobnovitelných zdrojů, které umožní využívání obnovitelných zdrojů v místě s nejnižšími společenskými náklady.

11. Použitá literatura

- Abraham Z., Kovářová M., Kuncová T.: Ekonomika a konkurenceschopnost biopaliv, Sborník konference Zemědělská technika a biomasa. Praha: 2004.
- Alexandr P., Roček I.: Technika a technologie výroby lesních štěpek. Praha: Vysoká škola zemědělská, 1991.
- Bartůněk J., Kelbllová H.: Obchodování s dřívím. Písek: Matice lesnická spol. s.r.o., 1999.
- Dravec M.: Energetické využitie lesnej dendromasy, Sborník semináře Súčasný stav a najnovšie trendy vo využívaní biomasy. Zvolen: Lesnícky výskumný ústav, 1992.
- Ďud'ák I.: Jako kúriť lacnejšie?, Blesk, zpravodaj o energetickej efektívnosti. Bratislava: 2004.
- Duha J.: Ohlédnutí za způsoby zpracování štěpky u VčSL, Sborník semináře Štěpkování, biologický odpad a energetické využití biomasy. Praha: Česká lesnická společnost, 2005.
- Dzurilla T., Pravda J.: Cena povolenek mříí k nule, Hospodářské noviny 15.5.2006. Praha: Hospodářské noviny, 2006.
- Grassi G., Zibetta H., Molle J.: Biomass for energy and industry, Sborník konference. Orleans: 1987.
- Havlíčková K., Weger J., Knápek J., Vašíček J.: Metodika analýzy potenciálu biomasy a ekonomika analyzovaných zdrojů, Sborník semináře Biomasa současná a budoucí energetická základna. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2006.
- Holota J., Apalovič R., Rajkovič E.: Chemické a biotechnologické spracovanie lignocelulóзовých materiálov. Bratislava: Alfa, 1984.
- Chytrý M.: Potenciál dřevní hmoty pro energetické využití v Plzeňské teplárenské, a.s., I.část – Kvantifikace zdrojů v oblasti do 80 km od města Plzně. Bohdaně: LESS a.s., 2004.
- Chytrý M.: Potenciál dřevní hmoty pro energetické využití v Plzeňské teplárenské, a.s., II.část – Organizace dopravy dřevní hmoty. Bohdaneč: LESS a.s., 2005.
- Chytrý M.: Energetické využití dřeva u VLS, Sborník semináře Štěpkování, biologický odpad a energetické využití biomasy. Praha: Česká lesnická společnost, 2005.
- Chytrý M.: Využití těžebních zbytků u Vojenských lesů a statků ČR, s.p., Sborník semináře Biomasa současná a budoucí energetická základna. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2006.
- Chytrý M.: Potenciál lesní dendromasy pro energetické využití a energetická koncepce České republiky, Zprávy lesnického výzkumu, svazek 52. Jíloviště: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2007.
- Ilavský J.: Biomasa – surovina budoucnosti, Sborník semináře Súčasný stav a najnovšie trendy vo využívaní biomasy. Zvolen: Lesnícky výskumný ústav, 1992.
- Janásek P.: Měření vlhkosti biomasy pro energetické účely, Sborník semináře Biomasa současná a budoucí energetická základna. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2006.
- Ježek K.: Lív ze dřeva je na cestě, Ekonom č. 21. Praha: Ekonom, 2007.
- Kára J.: Kvantifikace obnovitelných zdrojů energie včetně biomasy v ČSFR, Sborník semináře Súčasný stav a najnovšie trendy vo využívaní biomasy. Zvolen: Lesnícky výskumný ústav, 1992.

- Krpec K., Janásek P.: Metodika stanovení energetických parametrů biomasy, Sborník semináře Biomasa současná a budoucí energetická základna. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2006.
- Kubátová Z.: Trh s povolenkami vyvolává spory, Hospodářské noviny 30.5.2006. Praha: Hospodářské noviny, 2006.
- Lackner Ch.: Feuer und Flamme fuer Waldbiomasse, Wood.stock č.2. Purkersdorf: Wood.stock, 2004.
- Nikl M.: Zdroje energeticky využitelné dendromasy v LH, Lesnická práce 2/2007. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 2007.
- Pejzl J., Bystrický R.: Analýza energetické základny z pohledu dřevní biomasy v ČR a SRN v pojetí dvou autorů, Sborník semináře Biomasa současná a budoucí energetická základna. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2006.
- Polák R., Podpora obnovitelných zdrojů energie z pohledu energetického regulačního úřadu, Sborník semináře Biomasa současná a budoucí energetická základna. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2006.
- Příhoda J.: Energeticky využitelná biomasa v lesním hospodářství, Lesnická práce 1/2007. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 2007.
- Roček I. a kol.: Využití biomasy pro centrální zásobování teplem v obci Neznašov. Praha: APROKS spol. s r.o., 1998.
- Simanov V., Kohout V.: Technika a technologie pro mechanickou úpravu a transport dříví z opomíjených zdrojů. Sborník semináře Súčasný stav a najnovšie trendy vo využívaní biomasy, Zvolen: Lesnícky výskumný ústav, 1992.
- Simanov V.: Dříví jako energetická surovina. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 1993.
- Simanov V., Čížek V.: Pěstování dřevin pro energetické využití a energetické využitá dřeva, MZLU, Lesnická a dřevařská fakulta, Brno 2004
- Simanov V.: Úvod do problematiky – dříví jako zdroj energie, Sborník semináře Štěpkování, biologický odpad a energetické využití biomasy. Praha: Česká lesnická společnost, 2005.
- Simanov V.: Dříví jako zdroj energie, Silva Bohemica č. 1. Praha: Silva Bohemica, 2006.
- Szomolányiová J.: Náklady a potenciál využití biomasy v České republice, Internet, Biom.cz. Praha: Biom, 2004.
- Šafařík M.: Stav rozvoje a podpory využívání energetické biomasy v EU, Agrospoj č. 15. Praha: Agrospoj, 2007.
- Trnobranský K.: Ekonomie dopravy dřevní hmoty, Internet 2003.
- Váňa V.: Zhodnocení klonového pokusu porostu rychlerostoucích dřevin fytoenergetického charakteru – vrb – na VS Chomutov 2004, Internet 2004.
- Weger Jan, Havlíčková Kamila a kolektiv: Biomasa – obnovitelný zdroj energie v krajině. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2003.
- Lesnický naučný slovník – 1. díl. Praha, Ministerstvo zemědělství v Agrospoji, Praha 1994.
- Lesnický naučný slovník – 2. díl. Praha, Ministerstvo zemědělství v Agrospoji, Praha 1995.

Oblastní plány rozvoje lesů schválené Ministerstvem zemědělství České republiky.

Vyhláška č. 83/1996 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů.

Základní lesnické názvosloví. Jíloviště – Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště – Strnady, 1992.

Zákon č. 289/1995 o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), v platném znění.

Zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů).

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství – rok 2003. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2004.

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství – rok 2004. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2005.

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství – rok 2005. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2006.

Akční plán pro biomasu schválený Evropskou komisí dne 7. prosince 2005, <<http://www.mpo.cz>>

Směrnice Evropského parlamentu a Rady Evropy 2001/77/ES o podpoře elektřiny z obnovitelných zdrojů v podmínkách vnitřního trhu s elektřinou, <http://www.env.cz/AIS/web.nsf/pages/legislativa_energie>

Státní energetická koncepce České republiky, Praha 2004, <<http://www.mpo.cz/dokument5903.html>>

Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů za rok 2005, Praha 2006 <<http://www.mpo.cz/dokument25358.html>>

12. Přehled tabulek a grafů

12.1. Přehled tabulek

- Tab. 1. Cílová skladba primárních zdrojů
- Tab. 2. Výkupní ceny a ceny zelených bonusů pro čisté spalování biomasy
- Tab. 3. Výkupní ceny a ceny zelených bonusů pro spoluspalování a paralelní spalování biomasy a fosilních paliv
- Tab. 4. Hmotnost dřeva v závislosti na dřevině, sortimentu a vlhkosti v kg/m^3 (plnometr) (Bartůněk, 1999) - upraveno
- Tab. 5. Vzájemné poměry objemových jednotek označení dřeva (Trnobranský, 2003)
- Tab. 6. Energetické převodní koeficienty (EFFECT, Evropská komise, 2005, in Nikl, 2007)
- Tab. 7. Vzájemné přepočítací vztahy jednotek výhřevnosti
- Tab. 8. Chemické složení dřeva některých dřevin v % (Molton, 1978, in Simanov, 1993)
- Tab. 9. Výhřevnost absolutně suché dendromasy podle dřevin v GJ/t (Olofsson, 1975, in Simanov, 1993)
- Tab. 10. Výhřevnost štěpek, pilin a kůry v GJ/t v závislosti na relativní vlhkosti (Wood and Paper, přejímací tabulky upr.)
- Tab. 11. Výhřevnost biomasy v přirozeném stavu v GJ/t (Ďud'ák, 2004)
- Tab. 12. Výtěžnost a energetická bilance absolutně suché biomasy (Roček a kol., 1998)
- Tab. 13. Měrná hmotnost a výhřevnost smrku a jedle při hmotnosti sušiny 430 kg/PLM (Trnobranský, 2003)
- Tab. 14. Měrná hmotnost a výhřevnost smrkové kůry (Trnobranský, 2003)
- Tab. 15. Měrná hmotnost a výhřevnost modřínu při hmotnosti sušiny 550 kg/PLM (Trnobranský, 2003)
- Tab. 16. Měrná hmotnost a výhřevnost borovice při hmotnosti sušiny 510 kg/PLM (Trnobranský, 2003)
- Tab. 17. Měrná hmotnost a výhřevnost dubu a buku při hmotnosti sušiny 680 kg/PLM (Trnobranský, 2003)
- Tab. 18. Výhřevnost proschlého palivového dříví podle dřevin – (Lacker, 2004 – upraveno)
- Tab. 19. Vliv vlhkosti paliva na výhřevnost a měrnou hmotnost (Sladký, 1996, in Weger, 2003)
- Tab. 20. Výhřevnost, orientační výnosy, doba sklizně a sklizňová vlhkost energetické fytomasy – (VÚRV Praha, in Weger, 2003).

- Tab. 21. Hmotnost dříví podle obsahu vody v kg/m^3 (Bozděch a Černák, 1987, in Nikl, 2007)
- Tab. 22. Efektivní výhřevnost lesní štěpky v GJ/m^3 v závislosti na vlhkosti (Simanov, 1993)
- Tab. 23. Výhřevnost štěpky v závislosti na relativní vlhkosti (Koutský, 2001)
- Tab. 24. Převodové koeficienty – smrková dendromasa, absolutní vlhkost 0 %
- Tab. 25. Převodové koeficienty – smrková dendromasa, absolutní vlhkost 50 %
- Tab. 26. Převodové koeficienty lesních štěpek z čerstvého smrkového klestu
- Tab. 27. Potenciál dendromasy vhodné pro energetické využití
- Tab. 28. Potenciál biomasy vhodné pro energetické využití (Szomolányiová, 2005)
- Tab. 29. Potenciál obnovitelných zdrojů energie (CSM, 1997, in Weger, 2003)
- Tab. 30. Spotřeba primárních zdrojů pro výrobu energie v PJ (MPO, 2004)
- Tab. 31. Energetické využití biomasy v roce 2005 v tis. tun (MPO, 2006)
- Tab. 32. Rozčlenění zájmové oblasti
- Tab. 33. Katastrální výměry jednotlivých přírodních lesních oblastí v tis. km^2 podle vzdálenosti od místa spotřeby
- Tab. 34. Výměra a lesnatost
- Tab. 35. Zásoby hroubí v mil. m^3
- Tab. 36. Průměrné roční přírůsty v m^3 hroubí bez kůry/ha/rok
- Tab. 37. Průměrné roční těžby v tis. m^3 hroubí bez kůry za rok
- Tab. 38. Vývoj zásob hroubí bez kůry v m^3/ha
- Tab. 39. Vývoj těžebních možností hroubí bez kůry v m^3/ha
- Tab. 40. Vývoj těžebních možností hroubí bez kůry v tis. m^3
- Tab. 41. Zastoupení dřevin v %
- Tab. 42. Struktura vlastníků lesů v %
- Tab. 43. Těžby a těžební možnosti v zájmové oblasti v tis. m^3 hroubí bez kůry
- Tab. 44. Potenciál dendromasy k energetickým účelům v tis. m^3 dle Simanova
- Tab. 45. Potenciál dendromasy k energetickým účelům v tis. tun dle Simanova
- Tab. 46. Potenciál dendromasy k energetickým účelům dle Poláka
- Tab. 47. Vyhodnocení potenciálu dendromasy k energetickým účelům v zájmovém území
- Tab. 48. Pořez kulatiny a výroba řeziva v České republice
- Tab. 49. Pořez kulatiny a výroba řeziva v zájmové oblasti
- Tab. 50. Výstupy dřevařského průmyslu v zájmové oblasti
- Tab. 51. Spotřeba bílých štěpek na výrobu buničiny v ČR v tis. m^3
- Tab. 53. Zdroje hnědé štěpky v zájmové oblasti
- Tab. 54. Zdroje kůry v zájmové oblasti

- Tab. 55. Zdroje pilin v zájmové oblasti
- Tab. 56. Zdroje kusového dříví v zájmové oblasti
- Tab. 57. Výroba palivového dříví v zájmové oblasti
- Tab. 58. Zdroje ostatní dendromasy pro energetické využití v tis. m³
- Tab. 59. Zdroje ostatní dendromasy pro energetické využití v tis. tun
- Tab. 60. Dovoz a vývoz palivového dříví v tis. m³ – Česká republika
- Tab. 61. Dovoz a vývoz štěpek v tis. m³ – Česká republika
- Tab. 62. Dovoz a vývoz pilin v tis. m³ – Česká republika
- Tab. 63. Dovoz a vývoz zbytků a odpadu dřevěného v tis. m³ – Česká republika
- Tab. 65. Základní ukazatele zájmového území (pouze území ČR)
- Tab. 66. Zdroje dendromasy pro energetické využití v zájmové oblasti
- Tab. 67. Technologické varianty podle místa výroby štěpek a druhů lesní stromové biomasy (Alexandr, 1991)
- Tab. 68. Nabídka ceny volně loženého klestu na pasece ve vazbě prm vyrobené štěpky z klestu z m³ vytěženého hroubí
- Tab. 69. Nabídka ceny volně loženého klestu na pasece stanovená rozdílem nákladů a výnosů
- Tab. 70. Cena volně loženého klestu na pasece v Kč/m³ vytěženého hroubí
- Tab. 71. Nabídka ceny hromadovaného klestu ve vazbě prm vyrobené štěpky z klestu z m³ vytěženého hroubí
- Tab. 72. Cena hromadovaného klestu v Kč/m³ vytěženého hroubí
- Tab. 73. Cena hromadovaného klestu v Kč/m³ vytěženého hroubí
- Tab. 74. Nabídnutá cena klestu na OM v Kč/m³ vyrobené štěpky
- Tab. 75. Průměrná cena klestu na pasece
- Tab. 76. Nabídka ceny na vyvážení klestu na OM v Kč/m³ vytěženého hroubí
- Tab. 77. Energetická náročnost balení klestu včetně přibližování
- Tab. 78. Průměrná vzdálenost a dopravní náklady
- Tab. 79. Podklady kalkulace dopravních nákladů z lesa na železniční stanici
- Tab. 80. Průměrná vzdálenost a dopravní náklady z lesa na železniční stanici
- Tab. 81. Kalkulace nákladů na naložení vagónů
- Tab. 82. Průměrná vzdálenost a dopravní náklady po železnici
- Tab. 83. Průměrné náklady kombinované dopravy
- Tab. 84. Porovnání průměrných nákladů silniční a kombinované dopravy v Kč/prm
- Tab. 85. Porovnání průměrných nákladů silniční a kombinované dopravy v Kč/tunu
- Tab. 86. Průměrné ztráty objemu štěpky v průběhu skladování (Simanov, 1993 – upraveno)

- Tab. 87. Porovnání výhřevnosti a objemové náročnosti paliv (Trnobranský, 2003)
- Tab. 88. Změny absolutní vlhkosti při skladování štěpek (Nimrat, 1984, in Simanov, 1993)
- Tab. 89. Hmotnostní ztráty a úbytek spalného tepla (ztráty přepočteny na sušinu) (Bjorklund, 1984, in Simanov, 1993)
- Tab. 90. Přepočet prostorových metrů (prm) na pevné metry (m³)
- Tab. 91. Náklady na založení produkční plantáže, ošetřování a sklizeň rychle rostoucích dřevin (topol – 10 tisíc řízků na 1 ha) (Weger, 2003)
- Tab. 92. Produkční hodnocení jednotlivých klonů vrb (Váňa, 2004)
- Tab. 93. Kvalifikovaný odhad průměrných přímých nákladů na výrobu energetické dendromasy z klestu včetně dopravy k odběrateli v KČ (Chytrý, 2005)
- Tab. 94. Kalkulace průměrných přímých nákladů na zpracování dendromasy včetně dopravy k odběrateli v KČ

12.2. Přehled grafů

- Graf. 1. Závislost efektivní výhřevnosti dřeva na jeho relativní (1) a absolutní vlhkosti (2) je uvedena v grafu (Nimrat, 1971, in Simanov, 1993).
- Graf. 2. Rozdělení vyprodukované dendromasy (Johansson a Wernius, 1974, in Simanov, 1993)
- Graf. 3. Procentuelní rozdělení potřeby tepla během roku (Roček a kol., 1998)
- Graf. 4. Náklady potenciálu biomasy v ČR (Szomolányiová, 2004)

12.3. Přehled obrázků

- Obr. 1. Zájmová oblast – území do 80 km od města Plzně (Chytrý, 2004)
- Obr. 2. Přírodní lesní oblasti v České republice – vyhláška 83/1996 Sb.

Kvantifikace a struktura vývoje spotřeby energie dle Státní energetické koncepce České republiky o obnovitelných zdrojích

Tab. 1. Předpokládaná výše a struktura spotřeby prvotních zdrojů energie v PJ

Prvotní zdroje energie	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Hnědé uhlí	612	507	509	480	434	389	374
Černé uhlí + koks	265	229	212	210	227	209	174
Ostatní tuhá paliva	11	8	9	9	8	7	7
Plynná paliva	316	373	359	353	366	366	370
Surová ropa	239	222	209	180	152	139	127
Kapalná paliva	72	51	67	76	80	82	86
Elektřina	-36	-40	-35	1	18	18	1
Jaderné palivo	148	286	286	286	286	330	375
Obnovitelné zdroje	44	93	159	187	215	269	283
Celkem	1 672	1 730	1 775	1 782	1 787	1 810	1 797

Tab. 2. Předpokládaná výše a struktura spotřeby prvotních zdrojů energie v %

Prvotní zdroje energie	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Hnědé uhlí	36,6	29,3	28,7	26,9	24,3	21,5	20,8
Černé uhlí + koks	15,8	13,2	11,9	11,8	12,7	11,5	9,7
Ostatní tuhá paliva	0,7	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
Plynná paliva	18,9	21,6	20,2	19,8	20,5	20,2	20,6
Surová ropa	14,3	12,8	11,8	10,1	8,5	7,7	7,1
Kapalná paliva	4,3	2,9	3,8	4,3	4,5	4,5	4,8
Elektřina	-2,2	-2,3	-2,0	0,1	1,0	1,0	0,1
Jaderné palivo	8,9	16,5	16,1	16,0	16,0	18,2	20,9
Obnovitelné zdroje	2,6	5,4	9,0	10,5	12,0	14,9	15,7
Celkem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 3. Výše a struktura spotřeby obnovitelných zdrojů energie v PJ

Obnovitelné zdroje	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Biomasa	18	62	121	146	173	228	242
Druhotné teplo	20	20	20	20	20	20	20
Další obnovitelné zdroje	6	9	13	14	15	14	13
Odpady	0	2	5	7	7	7	8
Celkem	44	93	159	187	215	269	283

Tab. 4. Výše a struktura spotřeby obnovitelných zdrojů energie v %

Obnovitelné zdroje	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Biomasa	40,9	66,7	76,1	78,1	80,5	84,8	85,5
Druhotné teplo	45,5	21,5	12,6	10,7	9,3	7,4	7,1
Další obnovitelné zdroje	13,6	9,7	8,2	7,5	7,0	5,2	4,6
Odpady	0,0	2,2	3,1	3,7	3,3	2,6	2,8
Celkem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 5. Předpokládaná výše a struktura výroby elektřiny v TWh

Zdroje elektrické energie	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Hnědé uhlí	43,06	38,27	37,30	32,76	31,72	28,86	28,46
Černé uhlí	8,94	5,18	5,58	5,26	7,79	6,36	4,34
Ostatní tuhá paliva	0,14	0,06	0,10	0,10	0,07	0,06	0,06
Plynná paliva	4,69	3,66	4,56	6,25	7,27	7,37	6,46
Kapalná paliva	1,59	0,84	0,62	0,60	0,48	0,41	0,34
Jaderné palivo	13,59	26,04	26,04	26,04	26,04	30,24	34,44
Obnovitelné zdroje	1,71	4,16	8,17	9,84	11,58	14,20	15,06
Celkem	73,73	78,20	82,37	80,85	84,95	87,49	89,17

Tab. 6. Předpokládaná výše a struktura výroby elektřiny v %

Zdroje elektrické energie	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Hnědé uhlí	58,4	48,9	45,3	40,5	37,3	33,0	31,9
Černé uhlí	12,1	6,6	6,8	6,5	9,2	7,3	4,9
Ostatní tuhá paliva	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Plynná paliva	6,4	4,7	5,5	7,7	8,6	8,4	7,2
Kapalná paliva	2,2	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
Jaderné palivo	18,4	33,3	31,6	32,2	30,7	34,6	38,6
Obnovitelné zdroje	2,3	5,3	9,9	12,2	13,6	16,2	16,9
Celkem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 7. Výše a struktura výroby elektřina z obnovitelných zdrojů energie v TWh

Obnovitelné zdroje	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Biomasa	0,0	1,6	4,9	6,3	7,8	10,3	11,0
MVE	0,5	0,8	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Vítr	0,0	0,6	0,9	1,0	1,3	1,4	1,4
Fotovoltaika	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bioplyn	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Ostatní	1,8	2,3	3,1	3,8	3,5	3,4	3,3
Celkem	2,3	5,3	9,9	12,2	13,6	16,2	16,9

Tab. 8. Výše a struktura výroby elektřina z obnovitelných zdrojů energie v %

Obnovitelné zdroje	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Biomasa	0,4	30,2	49,1	51,8	57,4	63,3	64,9
MVE	22,6	15,1	10,6	8,6	7,7	6,5	6,2
Vítr	0,4	10,8	9,4	8,3	9,2	8,9	8,5
Fotovoltaika	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Bioplyn	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9
Ostatní	76,1	43,8	30,8	31,2	25,6	21,2	19,4
Celkem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 9. Centralizovaná výroba tepla – struktura výroby podle primárních zdrojů energie v PJ

Primární zdroj	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Hnědé uhlí	90	66	67	76	74	63	60
Černé uhlí + koks	36	36	25	28	31	25	21
Ostatní tuhá paliva	1	0	1	1	0	0	0
Plynná paliva	40	42	39	38	41	41	40
Kapalná paliva	16	6	4	4	4	3	2
Jaderné palivo	0	0	0	0	0	0	0
Obnovitelné zdroje	1	33	56	64	75	105	109
Celkem	185	184	193	212	225	237	233

Tab. 10. Centralizovaná výroba tepla – struktura výroby podle primárních zdrojů energie v %

Primární zdroj	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Hnědé uhlí	48,6	35,9	34,7	35,8	32,9	26,6	25,8
Černé uhlí + koks	19,5	19,6	13,0	13,2	13,8	10,5	9,0
Ostatní tuhá paliva	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
Plynná paliva	21,6	22,8	20,2	17,9	18,2	17,3	17,2
Kapalná paliva	8,6	3,3	2,1	1,9	1,8	1,3	0,9
Jaderné palivo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Obnovitelné zdroje	0,5	17,9	29,0	30,2	33,3	44,3	46,8
Celkem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAB. 1. POTENCIONÁLNÍ ZDROJE LESNÍ STROMOVÉ BIOMASY V LESÍCH ČR
Z VÝCHOVNÝCH TĚŽEB A PROŘEZÁVEK (MLVH 1987)

UKAZATEL	JEHLIČNATÉ		LISTNATÉ		CELKEM	
	TIS. M ³	%	TIS. M ³	%	TIS. M ³	%
TĚŽBA						
VÝCHOVNÁ	2445	74,1	374	65,2	2819	72,8
KŮRA	244	7,4	46	8,0	290	7,5
DŘEVNÍ HMOTA 4-7 CM	232	7,0	67	11,7	299	7,7
DŘEVNÍ HMOTA 0-4 CM	190	5,8	81	14,1	271	7,0
PAŘEZY						
KOŘENY						
JEHLIČÍ A LISTÍ	187	5,7	6	1,0	193	5,0
CELKEM TĚŽBA VÝCHOV.	3298	100	574	100	3872	100
PROŘEZÁVKY						
DŘEVNÍ HMOTA 4-7 CM	97	17,4	27	24,6	124	18,5
DŘEVNÍ HMOTA 0-4 CM	255	45,7	70	63,6	325	48,7
JEHLIČÍ A LISTÍ	206	36,9	13	11,8	219	32,8
CELKEM PROŘEZÁVKY	558	100	110	100	668	100

TAB. 2. POTENCIONÁLNÍ ZDROJE LESNÍ STROMOVÉ BIOMASY V LESÍCH ČR
Z OBNOVNÍCH TĚŽEB (MLVH 1987)

UKAZATEL	JEHLIČNATÉ		LISTNATÉ		CELKEM	
	TIS. M ³	%	TIS. M ³	%	TIS. M ³	%
TĚŽBA OBNOVNÍ	8160	65,2	1070	65,2	9230	65,2
KŮRA	816	6,5	118	7,2	934	6,6

DŘEVNÍ HMOTA 4-7 CM	79	0,6	37	2,2	116	0,8
DŘEVNÍ HMOTA 0-4 CM	432	3,4	82	5,0	514	3,6
PAŘEZY	162	1,3	22	1,3	184	1,3
KOŘENY	2275	18,2	297	18,1	2572	18,2
JEHLIČÍ A LISTÍ	598	4,3	16	1,0	614	4,3
CELKEM TĚŽBA OBNOVNÍ	12522	100	1642	100	14164	100

TAB. 1. MOŽNÝ INSTALOVANÝ VÝKON PODLE POUŽITELNÉ TECHNOLOGIE
VÝROBY ENERGIE A ENERGETICKÉ PLODINY (CSM 1997)

DRUH BIOMASY	VÝTOPNY	ELEKTRÁRNY	TEPLÁRNY (KOGENERACE)		ZPLYŇOVÁNÍ + SPAL. MOTORY	TEPLÁRNY (KOGENERACE) ZPLYŇOVÁNÍ A PLYN. TURBÍNY		CELKEM	PODÍL
	MW _{TH}	MW _E	MW _{H_E}	MW _{H_{TH}}	MW _{TE}	MW _{H_E}	MW _{H_{TH}}	MW _{SUMA}	%
VRBA	813	124	93	249	155	205	311	1950	3,2
TOPOL	1147	175	132	351	219	290	439	2753	4,5
SLÉZY	1669	255	191	510	319	421	638	4003	6,5
ŠŤOVÍK	3409	521	391	1043	652	860	1303	8179	13,3
KŘÍDLATKA	16540	2530	1897	5059	3162	4174	6324	39686	64,7
LESNÍ ZBYTKY	209	32	24	64	40	53	80	502	0,8
SLÁMA	2717	416	312	831				4276	7,0
CELKEM	26504	4053	3040	8107	4547	6003	9095	61349	100,0
PODÍL V %	43,2	6,6	5,0	13,2	7,4	9,8	14,8	100,0	X

Zpracování dat oblastních plánů rozvoje lesů pro zájmovou oblast

1. Výměra a lesnatost

Tab. 1.1. Výměra a lesnatost – Oblast I

Přírodní lesní oblast		Katastrální výměra		Porostní půda		Lesnatost
		tis. km ²	%	tis. km ²	%	%
6	Západočeská pahorkatina	1,20	95,24	0,36	92,39	30,4
7	Brdská vrchovina	0,03	2,38	0,02	4,82	63,4
8	Křivoklátsko a Český Kras	0,03	2,38	0,01	2,80	36,8
Oblast I – celkem		1,26	100,00	0,39	100,00	31,3

Tab. 1.2. Výměra a lesnatost – Oblast II

Přírodní lesní oblast		Katastrální výměra		Porostní půda		Lesnatost
		tis. km ²	%	tis. km ²	%	%
6	Západočeská pahorkatina	2,02	53,58	0,61	43,74	30,4
7	Brdská vrchovina	0,69	18,30	0,44	31,16	63,4
8	Křivoklátsko a Český Kras	0,53	14,06	0,20	13,89	36,8
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	0,33	8,75	0,09	6,42	27,3
10	Středočeská pahorkatina	0,02	0,53	0,01	0,41	28,6
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	0,18	4,77	0,06	4,38	34,2
Oblast II – celkem		3,77	100,00	1,404	100	37,2

Tab. 1.3. Výměra a lesnatost – Oblast III

Přírodní lesní oblast		Katastrální výměra		Porostní půda		Lesnatost
		tis. km ²	%	tis. km ²	%	%
2	Chebská a Sokolovská pánev	0,07	1,1	0,00	0,2	7,1
3	Karlovarská vrchovina	0,60	9,7	0,27	12,3	45,8
4	Doupovské vrchy	0,22	3,5	0,06	2,5	25,9
6	Západočeská pahorkatina	0,77	12,4	0,23	10,5	30,4
7	Brdská vrchovina	0,20	3,2	0,13	5,7	63,4
8	Křivoklátsko a Český Kras	0,83	13,4	0,31	13,7	36,8
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	0,79	12,7	0,22	9,6	27,3
10	Středočeská pahorkatina	1,44	23,2	0,41	18,4	28,6
11	Český les	0,51	8,2	0,29	13,1	57,3
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	0,60	9,7	0,21	9,2	34,2
13	Šumava	0,17	2,7	0,11	4,8	63,7
Oblast III – celkem		6,20	100,0	2,24	100,0	36,1

Tab. 1.4. Výměra a lesnatost – Oblast IV

Přírodní lesní oblast		Katastrální výměra		Porostní půda		Lesnatost
		tis. km ²	%	tis. km ²	%	%
1	Krušné hory	0,21	3,2	0,13	6,1	64,1
2	Chebská a Sokolovská pánev	0,87	13,3	0,06	2,8	7,1
3	Karlovarská vrchovina	0,49	7,5	0,22	10,2	45,8
4	Doubovské vrchy	0,48	7,3	0,12	5,6	25,9
5	České středohoří	0,02	0,3	0,01	0,2	25,7
7	Brdská vrchovina	0,06	0,9	0,04	1,7	63,4
8	Křivoklátsko a Český Kras	0,16	2,4	0,06	2,7	36,8
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	0,61	9,3	0,17	7,6	27,3
10	Středočeská pahorkatina	1,48	22,6	0,42	19,2	28,6
11	Český les	0,57	8,7	0,33	14,8	57,3
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	0,48	7,3	0,16	7,5	34,2
13	Šumava	0,56	8,5	0,36	16,2	63,7
15	Českobudějovická pánev	0,16	2,4	0,05	2,1	29,0
16	Českomoravská vrchovina	0,08	1,2	0,03	1,2	32,6
17	Polabí	0,32	4,9	0,05	2,1	14,3
Oblast IV – celkem		6,55	100,0	2,20	100,0	32,9

2. Zásoby hroubí

Tab. 2.1. Zásoby hroubí v mil. m³ – Oblast I

Přírodní lesní oblast		Zásoby		
		Jehličnaté	Listnaté	Celkem
6	Západočeská pahorkatina	6,72	0,48	7,20
7	Brdská vrchovina	0,45	0,03	0,47
8	Křivoklátsko a Český Kras	0,13	0,06	0,19
Oblast I – celkem		7,30	0,57	7,86

Tab. 2.2. Zásoby hroubí v mil. m³ – Oblast II

Přírodní lesní oblast		Zásoby		
		Jehličnaté	Listnaté	Celkem
6	Západočeská pahorkatina	11,39	0,81	12,20
7	Brdská vrchovina	9,79	0,64	10,43
8	Křivoklátsko a Český Kras	2,56	1,23	3,79
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	1,32	0,24	1,56
10	Středočeská pahorkatina	0,21	0,03	0,23
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	1,29	0,11	1,40
Oblast II – celkem		26,57	3,04	29,62

Tab. 2.3 Zásoby hroubí v mil. m³ – Oblast III

Přírodní lesní oblast		Zásoby		
		Jehličnaté	Listnaté	Celkem
2	Chebská a Sokolovská pánev	0,00	0,00	0,00
3	Karlovarská vrchovina	6,10	0,27	6,37
4	Doupovské vrchy	0,70	0,37	1,07
6	Západočeská pahorkatina	4,30	0,30	4,60
7	Brdská vrchovina	2,89	0,19	3,08
8	Křivoklátsko a Český Kras	3,97	1,90	5,87
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	3,23	0,58	3,82
10	Středočeská pahorkatina	8,55	1,08	9,63
11	Český les	6,78	0,51	7,30
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	4,53	0,37	4,90
13	Šumava	2,99	0,17	3,16
Oblast III – celkem		44,04	5,76	49,80

Tab. 2.4. Zásoby hroubí v mil. m³ – Oblast IV

Přírodní lesní oblast		Zásoby		
		Jehličnaté	Listnaté	Celkem
1	Krušné hory	1,41	0,26	1,67
2	Chebská a Sokolovská pánev	0,49	0,27	0,76
3	Karlovarská vrchovina	4,97	0,22	5,19
4	Doupovské vrchy	1,40	0,73	2,13
5	České středohoří	0,10	0,10	0,19
7	Brdská vrchovina	0,89	0,06	0,95
8	Křivoklátsko a Český Kras	0,77	0,37	1,14
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	2,50	0,45	2,95
10	Středočeská pahorkatina	8,76	1,11	9,87
11	Český les	7,72	0,59	8,30
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	3,45	0,28	3,73
13	Šumava	9,51	0,54	10,06
15	Českobudějovická pánev	1,11	0,08	1,20
16	Českomoravská vrchovina	0,86	0,03	0,89
17	Polabí	0,58	0,43	1,00
Oblast IV – celkem		44,52	5,53	50,05

3. Průměrné roční přírůsty

Tab. 3.1. Průměrné roční přírůsty v m³ hroubí bez kůry/ha/rok – Oblast I

Přírodní lesní oblast		Přírůsty		
		PMP	CPP	CBP
6	Západočeská pahorkatina	3,2	5,3	5,7
7	Brdská vrchovina	3,9	6,8	7,6
8	Křivoklátsko a Český Kras	2,7	4,4	5,3
Oblast I – celkem		3,2	5,4	5,8

Tab. 3.2. Průměrné roční přírůsty v m³ hroubí bez kůry/ha/rok – Oblast II

Přírodní lesní oblast		Přírůsty		
		PMP	CPP	CBP
6	Západočeská pahorkatina	3,2	5,3	5,7
7	Brdská vrchovina	3,9	6,8	7,6
8	Křivoklátsko a Český Kras	2,7	4,4	5,3
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	3,0	4,9	5,3
10	Středočeská pahorkatina	3,7	6,3	6,7
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	3,6	6,3	6,7
Oblast II – celkem		3,4	5,7	6,3

Tab. 3.3. Průměrné roční přírůsty v m³ hroubí bez kůry/ha/rok – Oblast III

Přírodní lesní oblast		Přírůsty		
		PMP	CPP	CBP
2	Chebská a Sokolovská pánev	2,6	4,1	4,1
3	Karlovarská vrchovina	3,6	6,8	7,5
4	Doupovské vrchy	2,9	4,9	5,5
6	Západočeská pahorkatina	3,2	5,3	5,7
7	Brdská vrchovina	3,9	6,8	7,6
8	Křivoklátsko a Český Kras	2,7	4,4	5,3
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	3,0	4,9	5,3
10	Středočeská pahorkatina	3,7	6,3	6,7
11	Český les	4,2	7,8	8,0
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	3,6	6,3	6,7
13	Šumava	3,1	6,2	7,5
Oblast III – celkem		3,4	6,0	6,6

Tab. 3.4. Průměrné roční přírůsty v m³ hroubí bez kůry/ha/rok – Oblast IV

Přírodní lesní oblast		Přírůsty		
		PMP	CPP	CBP
1	Krušné hory	4,2	7,8	8,0
2	Chebská a Sokolovská pánev	2,6	4,1	4,1
3	Karlovarská vrchovina	3,6	6,8	7,5
4	Doupovské vrchy	2,9	4,9	5,5
5	České středohoří	2,9	4,8	5,5
7	Brdská vrchovina	3,9	6,8	7,6
8	Křivoklátsko a Český Kras	2,7	4,4	5,3
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	3,0	4,9	5,3
10	Středočeská pahorkatina	3,7	6,3	6,7
11	Český les	4,2	7,8	8,0
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	3,6	6,3	6,7
13	Šumava	3,1	6,2	7,5
15	Českobudějovická pánev	3,7	6,2	6,1
16	Českomoravská vrchovina	4,5	8,2	9,4
17	Polabí	3,1	4,7	5,3
Oblast IV – celkem		3,5	6,3	6,9

4. Průměrné roční těžby

Tab. 4.1. Průměrné roční těžby v tis. m³ hroubí bez kůry za rok – Oblast I

Přírodní lesní oblast		Roční těžby		
		Obnovní	Výchovné	Celkem
6	Západočeská pahorkatina	125	35	161
7	Brdská vrchovina	7	1	8
8	Křivoklátsko a Český Kras	3	1	4
Oblast I – celkem		136	37	172

Tab. 4.2. Průměrné roční těžby v tis. m³ hroubí bez kůry za rok – Oblast II

Přírodní lesní oblast		Roční těžby		
		Obnovní	Výchovné	Celkem
6	Západočeská pahorkatina	213	60	272
7	Brdská vrchovina	145	22	167
8	Křivoklátsko a Český Kras	70	16	86
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	29	7	36
10	Středočeská pahorkatina	5	1	5
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	22	4	26
Oblast II – celkem		483	109	592

Tab. 4.3. Průměrné roční těžby v tis. m³ hroubí bez kůry za rok – Oblast III

Přírodní lesní oblast		Roční těžby		
		Obnovní	Výchovné	Celkem
2	Chebská a Sokolovská pánev	0	0	0
3	Karlovarská vrchovina	92	41	133
4	Doupovské vrchy	17	9	27
6	Západočeská pahorkatina	80	22	103
7	Brdská vrchovina	43	6	49
8	Křivoklátsko a Český Kras	108	25	133
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	71	18	88
10	Středočeská pahorkatina	186	35	220
11	Český les	111	32	143
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	76	14	90
13	Šumava	22	5	26
Oblast III – celkem		806	206	1013

 Tab. 4.4. Průměrné roční těžby v tis. m³ hroubí bez kůry za rok – Oblast IV

Přírodní lesní oblast		Roční těžby		
		Obnovní	Výchovné	Celkem
1	Krušné hory	18	4	22
2	Chebská a Sokolovská pánev	16	13	29
3	Karlovarská vrchovina	75	33	108
4	Doupovské vrchy	35	19	54
5	České středohoří	2	1	2
7	Brdská vrchovina	13	2	15
8	Křivoklátsko a Český Kras	21	5	26
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	55	14	68
10	Středočeská pahorkatina	190	36	226
11	Český les	126	36	162
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	58	11	69
13	Šumava	68	15	83
15	Českobudějovická pánev	19	4	22
16	Českomoravská vrchovina	15	4	19
17	Polabí	15	4	19
Oblast IV – celkem		726	199	925

5. Předpokládaný vývoj zásob hroubí

Tab. 5.1. Vývoj zásob hroubí bez kůry v m³/ha – Oblast I

Přírodní lesní oblast		Počáteční rok decennia		
		2001	2011	2021
6	Západočeská pahorkatina	200	199	204
7	Brdská vrchovina	237	233	241
8	Křivoklátsko a Český Kras	180	180	196
Oblast I – celkem		201	200	206

Tab. 5.2. Vývoj zásob hroubí bez kůry v m³/ha – Oblast II

Přírodní lesní oblast		Počáteční rok decennia		
		2001	2011	2021
6	Západočeská pahorkatina	200	199	204
7	Brdská vrchovina	237	233	241
8	Křivoklátsko a Český Kras	180	180	196
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	182	184	196
10	Středočeská pahorkatina	239	240	247
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	234	235	242
Oblast II – celkem		209	208	216

Tab. 5.3. Vývoj zásob hroubí bez kůry v m³/ha – Oblast III

Přírodní lesní oblast		Počáteční rok decennia		
		2001	2011	2021
2	Chebská a Sokolovská pánev	141	139	138
3	Karlovarská vrchovina	241	249	259
4	Doupovské vrchy	178	201	220
6	Západočeská pahorkatina	200	199	204
7	Brdská vrchovina	237	233	241
8	Křivoklátsko a Český Kras	180	180	196
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	182	184	196
10	Středočeská pahorkatina	239	240	247
11	Český les	257	257	259
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	234	235	242
13	Šumava	286	297	299
Oblast III – celkem		224	226	235

Tab. 5.4. Vývoj zásob hroubí bez kůry v m³/ha – Oblast IV

Přírodní lesní oblast		Počáteční rok decennia		
		2001	2011	2021
1	Krušné hory	191	187	186
2	Chebská a Sokolovská pánev	141	139	138
3	Karlovarská vrchovina	241	249	259
4	Doupovské vrchy	178	201	220
5	České středohoří	202	209	210
7	Brdská vrchovina	237	233	241
8	Křivoklátsko a Český Kras	180	180	196
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	182	184	196
10	Středočeská pahorkatina	239	240	247
11	Český les	257	257	259
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	234	235	242
13	Šumava	286	297	299
15	Českobudějovická pánev	239	223	230
16	Českomoravská vrchovina	301	312	322
17	Polabí	201	204	210
Oblast IV – celkem		234	238	244

6. Předpokládaný vývoj těžebních možností

Tab. 6.1. Vývoj těžebních možností hroubí bez kůry v m³/ha – Oblast I

Přírodní lesní oblast		Počáteční rok decennia		
		2001	2011	2021
6	Západočeská pahorkatina	4,6	4,2	4,4
7	Brdská vrchovina	6,0	4,7	5,2
8	Křivoklátsko a Český Kras	4,3	3,2	3,5
Oblast I – celkem		4,7	4,2	4,4

Tab. 6.2. Vývoj těžebních možností hroubí bez kůry v m³/ha – Oblast II

Přírodní lesní oblast		Počáteční rok decennia		
		2001	2011	2021
6	Západočeská pahorkatina	4,6	4,2	4,4
7	Brdská vrchovina	6,0	4,7	5,2
8	Křivoklátsko a Český Kras	4,3	3,2	3,5
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	4,2	3,7	4,0
10	Středočeská pahorkatina	5,4	4,7	5,1
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	5,5	4,8	5,1
Oblast II – celkem		5,0	4,2	4,5

Tab. 6.3. Vývoj těžebních možností hroubí bez kůry v m³/ha – Oblast III

Přírodní lesní oblast		Počáteční rok decennia		
		2001	2011	2021
2	Chebská a Sokolovská pánev	3,0	3,0	3,0
3	Karlovarská vrchovina	4,9	5,3	5,4
4	Doupovské vrchy	4,5	2,6	2,8
6	Západočeská pahorkatina	4,6	4,2	4,4
7	Brdská vrchovina	6,0	4,7	5,2
8	Křivoklátsko a Český Kras	4,3	3,2	3,5
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	4,2	3,7	4,0
10	Středočeská pahorkatina	5,4	4,7	5,1
11	Český les	5,0	4,9	4,9
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	5,5	4,8	5,1
13	Šumava	4,0	4,9	4,7
Oblast III – celkem		4,9	4,4	4,6

 Tab. 6.4. Vývoj těžebních možností hroubí bez kůry v m³/ha – Oblast IV

Přírodní lesní oblast		Počáteční rok decennia		
		2001	2011	2021
1	Krušné hory	4,1	4,0	4,0
2	Chebská a Sokolovská pánev	3,0	3,0	3,0
3	Karlovarská vrchovina	4,9	5,3	5,4
4	Doupovské vrchy	4,5	2,6	2,8
5	České středohoří	3,1	3,9	4,1
7	Brdská vrchovina	6,0	4,7	5,2
8	Křivoklátsko a Český Kras	4,3	3,2	3,5
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	4,2	3,7	4,0
10	Středočeská pahorkatina	5,4	4,7	5,1
11	Český les	5,0	4,9	4,9
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	5,5	4,8	5,1
13	Šumava	4,0	4,9	4,7
15	Českobudějovická pánev	4,5	4,8	5,2
16	Českomoravská vrchovina	6,3	6,1	6,7
17	Polabí	3,7	3,8	3,8
Oblast IV – celkem		4,7	4,5	4,7

7. Zastoupení dřevin

Tab. 7.1. Zastoupení dřevin v % – Oblast I

		Dřeviny				
		SM	BO	MD	Ost.jehl.	Jehl.
6	Západočeská pahorkatina	48,6	41,2	2,6	0,8	93,2
7	Brdská vrchovina	76,6	10,7	5,3	1,1	93,7
8	Křivoklátsko a Český Kras	36,5	21,5	8,1	1,4	67,5
Oblast I – celkem		49,7	39,1	2,9	0,8	92,6

Přírodní lesní oblast		Dřeviny				
		BK	DB	Ost. list.	List.	Suma
6	Západočeská pahorkatina	0,9	3,3	2,6	6,8	100,0
7	Brdská vrchovina	1,7	2,2	2,4	6,3	100,0
8	Křivoklátsko a Český Kras	8,9	14,4	9,2	32,5	100,0
Oblast I – celkem		1,1	3,5	2,8	7,4	100,0

Tab. 7.2. Zastoupení dřevin v % – Oblast II

Přírodní lesní oblast		Dřeviny				
		SM	BO	MD	Ost.jehl.	Jehl.
6	Západočeská pahorkatina	48,6	41,2	2,6	0,8	93,2
7	Brdská vrchovina	76,6	10,7	5,3	1,1	93,7
8	Křivoklátsko a Český Kras	36,5	21,5	8,1	1,4	67,5
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	45,6	29,7	8,9	0,4	84,6
10	Středočeská pahorkatina	57,8	25,6	3,6	1,7	88,7
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	51,9	30,2	4,6	2,7	89,4
Oblast II – celkem		55,6	27,6	4,7	1,0	89,0

Přírodní lesní oblast		Dřeviny				
		BK	DB	Ost. list.	List.	Suma
6	Západočeská pahorkatina	0,9	3,3	2,6	6,8	100,0
7	Brdská vrchovina	1,7	2,2	2,4	6,3	100,0
8	Křivoklátsko a Český Kras	8,9	14,4	9,2	32,5	100,0
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	4,0	5,3	6,1	15,4	100,0
10	Středočeská pahorkatina	2,6	4,5	4,2	11,3	100,0
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	5,4	1,3	3,9	10,6	100,0
Oblast II – celkem		2,7	4,6	3,8	11,0	100,0

Tab. 7.3. Zastoupení dřevin v % – Oblast III

Přírodní lesní oblast		Dřeviny				
		SM	BO	MD	Ost.jehl.	Jehl.
2	Chebská a Sokolovská pánev	32,4	23,6	3,3	1,6	60,9
3	Karlovarská vrchovina	87,7	6,3	1,2	0,4	95,6
4	Doupovské vrchy	53,0	7,0	7,0	0,0	67,0
6	Západočeská pahorkatina	48,6	41,2	2,6	0,8	93,2
7	Brdská vrchovina	76,6	10,7	5,3	1,1	93,7
8	Křivoklátsko a Český Kras	36,5	21,5	8,1	1,4	67,5
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	45,6	29,7	8,9	0,4	84,6
10	Středočeská pahorkatina	57,8	25,6	3,6	1,7	88,7
11	Český les	85,5	6,0	1,1	0,3	92,9
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	51,9	30,2	4,6	2,7	89,4
13	Šumava	86,0	5,4	0,4	2,7	94,5
Oblast III – celkem		61,7	20,2	4,2	1,2	87,3

Přírodní lesní oblast		Dřeviny				
		BK	DB	Ost. list.	List.	Suma
2	Chebská a Sokolovská pánev	1,5	14,7	22,9	39,1	100,0
3	Karlovarská vrchovina	1,2	0,3	2,9	4,4	100,0
4	Doupovské vrchy	14,0	4,0	15,0	33,0	100,0
6	Západočeská pahorkatina	0,9	3,3	2,6	6,8	100,0
7	Brdská vrchovina	1,7	2,2	2,4	6,3	100,0
8	Křivoklátsko a Český Kras	8,9	14,4	9,2	32,5	100,0
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	4,0	5,3	6,1	15,4	100,0
10	Středočeská pahorkatina	2,6	4,5	4,2	11,3	100,0
11	Český les	4,9	0,2	2,0	7,1	100,0
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	5,4	1,3	3,9	10,6	100,0
13	Šumava	4,1	0,0	1,4	5,5	100,0
Oblast III – celkem		4,2	4,1	4,5	12,7	100,0

Tab. 7.4. Zastoupení dřevin v % – Oblast IV

Přírodní lesní oblast		Dřeviny				
		SM	BO	MD	Ost.jehl.	Jehl.
1	Krušné hory	54,0	6,0	5,0	10,0	75,0
2	Chebská a Sokolovská pánev	32,4	23,6	3,3	1,6	60,9
3	Karlovarská vrchovina	87,7	6,3	1,2	0,4	95,6
4	Doupovské vrchy	53,0	7,0	7,0	0,0	67,0
5	České středohoří	40,2	3,4	5,7	0,7	50,0
7	Brdská vrchovina	76,6	10,7	5,3	1,1	93,7
8	Křivoklátsko a Český Kras	36,5	21,5	8,1	1,4	67,5
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	45,6	29,7	8,9	0,4	84,6
10	Středočeská pahorkatina	57,8	25,6	3,6	1,7	88,7
11	Český les	85,5	6,0	1,1	0,3	92,9
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	51,9	30,2	4,6	2,7	89,4
13	Šumava	86,0	5,4	0,4	2,7	94,5
15	Českobudějovická pánev	35,1	52,1	0,7	1,8	89,7
16	Českomoravská vrchovina	83,0	10,1	2,4	0,6	96,1
17	Polabí	17,0	36,6	2,4	1,5	57,5
Oblast IV – celkem		65,5	16,1	3,3	1,8	86,7

Přírodní lesní oblast		Dřeviny				
		BK	DB	Ost. list.	List.	Suma
1	Krušné hory	2,0	5,0	18,0	25,0	100,0
2	Chebská a Sokolovská pánev	1,5	14,7	22,9	39,1	100,0
3	Karlovarská vrchovina	1,2	0,3	2,9	4,4	100,0
4	Doupovské vrchy	14,0	4,0	15,0	33,0	100,0
5	České středohoří	8,0	21,3	20,7	50,0	100,0
7	Brdská vrchovina	1,7	2,2	2,4	6,3	100,0
8	Křivoklátsko a Český Kras	8,9	14,4	9,2	32,5	100,0
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	4,0	5,3	6,1	15,4	100,0
10	Středočeská pahorkatina	2,6	4,5	4,2	11,3	100,0
11	Český les	4,9	0,2	2,0	7,1	100,0
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	5,4	1,3	3,9	10,6	100,0
13	Šumava	4,1	0,0	1,4	5,5	100,0
15	Českobudějovická pánev	1,0	5,2	4,1	10,3	100,0
16	Českomoravská vrchovina	1,5	0,4	2,0	3,9	100,0
17	Polabí	0,5	27,7	14,3	42,5	100,0
Oblast IV – celkem		4,0	3,6	5,7	13,3	100,0

8. Struktura vlastníků

Tab. 8.1. Struktura vlastníků lesů v % - Oblast I

Přírodní lesní oblast		Vlastnictví				
		LČR	Ost.st.	Obce	Soukr.	Celkem
6	Západočeská pahorkatina	57	1	34	8	100
7	Brdská vrchovina	37	36	9	18	100
8	Křivoklátsko a Český Kras	67	14	5	14	100
Oblast I – celkem		56	3	32	9	100

Tab. 8.2. Struktura vlastníků lesů v % - Oblast II

Přírodní lesní oblast		Vlastnictví				
		LČR	Ost.st.	Obce	Soukr.	Celkem
6	Západočeská pahorkatina	57	1	34	8	100
7	Brdská vrchovina	37	36	9	18	100
8	Křivoklátsko a Český Kras	67	14	5	14	100
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	65	5	13	17	100
10	Středočeská pahorkatina	54	4	10	32	100
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	46		20	34	100
Oblast II – celkem		52	14	20	14	100

Tab. 8.3. Struktura vlastníků lesů v % - Oblast III

Přírodní lesní oblast		Vlastnictví				
		LČR	Ost.st.	Obce	Soukr.	Celkem
2	Chebská a Sokolovská pánev	87	1	9	3	100
3	Karlovarská vrchovina	88	1	10	1	100
4	Doupovské vrchy	20	77	1	2	100
6	Západočeská pahorkatina	57	1	34	8	100
7	Brdská vrchovina	37	36	9	18	100
8	Křivoklátsko a Český Kras	67	14	5	14	100
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	65	5	13	17	100
10	Středočeská pahorkatina	54	4	10	32	100
11	Český les	74		15	11	100
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	46		20	34	100
13	Šumava	37	47	12	4	100
Oblast III – celkem		60	10	13	16	100

Tab. 8.4. Struktura vlastníků lesů v % - Oblast IV

Přírodní lesní oblast		Vlastnictví				
		LČR	Ost.st.	Obce	Soukr.	Celkem
1	Krušné hory	82	0	13	5	100
2	Chebská a Sokolovská pánev	87	1	9	3	100
3	Karlovarská vrchovina	88	1	10	1	100
4	Doupovské vrchy	20	77	1	2	100
5	České středohoří	73		14	13	100
7	Brdská vrchovina	37	36	9	18	100
8	Křivoklátsko a Český Kras	67	14	5	14	100
9	Rakovnicko-Kladenská pahorkatina	65	5	13	17	100
10	Středočeská pahorkatina	54	4	10	32	100
11	Český les	74		15	11	100
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	46		20	34	100
13	Šumava	37	47	12	4	100
15	Českobudějovická pánev	54		13	33	100
16	Českomoravská vrchovina	77		9	14	100
17	Polabí	47	5	16	32	100
Oblast IV – celkem		59	14	12	15	100

Odhady energetického potenciálu biomasy a náklady na jejich zpracování a dopravu na místo spotřeby

Tab. 1. Náklady biomasy ze zemědělských zbytků (Szomolányiová 2004)

Kraj	Prům. výrobní náklady	Prům. dopravní náklady	Prům. celkové náklady
	[Kč/GJ]	[Kč/GJ]	[Kč/GJ]
ČR	57,46	17,50	74,96
Praha	52,83	17,50	70,33
Středočeský	55,96	17,50	73,46
Jihočeský	59,73	17,50	77,23
Plzeňský	59,46	17,50	76,96
Karlovarský	63,33	17,50	80,83
Ústecký	60,46	17,50	77,96
Liberecký	62,42	17,50	79,92
Královehradecký	54,61	17,50	72,11
Pardubický	56,60	17,50	74,10
Vysočina	59,01	17,50	76,51
Jihomoravský	56,55	17,50	74,05
Olomoucký	53,55	17,50	71,05
Zlínský	56,30	17,50	73,80
Moravskoslezský	58,58	17,50	76,08

Tab. 2. Náklady biomasy z dřevo-zpracujícího průmyslu (Szomolányiová 2004)

Kraj	Prům. výrobní náklady	Prům. dopravní náklady	Prům. celkové náklady
	[Kč/GJ]	[Kč/GJ]	[Kč/GJ]
ČR	60,00	30,00	90,00
Praha	60,00	30,00	90,00
Středočeský	60,00	30,00	90,00
Jihočeský	60,00	30,00	90,00
Plzeňský	60,00	30,00	90,00
Karlovarský	60,00	30,00	90,00
Ústecký	60,00	30,00	90,00
Liberecký	60,00	30,00	90,00
Královehradecký	60,00	30,00	90,00
Pardubický	60,00	30,00	90,00
Vysočina	60,00	30,00	90,00
Jihomoravský	60,00	30,00	90,00
Olomoucký	60,00	30,00	90,00
Zlínský	60,00	30,00	90,00
Moravskoslezský	60,00	30,00	90,00

Tab. 3. Náklady biomasy z lesního hospodářství (Szomolányiová 2004)

Kraj	Prům. výrobní náklady	Prům. dopravní náklady	Prům. celkové náklady
	[Kč/GJ]	[Kč/GJ]	[Kč/GJ]
ČR	118	12,50	131
Praha	100	12,50	113
Středočeský	101	12,50	114
Jihočeský	130	12,50	143
Plzeňský	114	12,50	127
Karlovarský	199	12,50	211
Ústecký	107	12,50	119
Liberecký	119	12,50	132
Královehradecký	112	12,50	124
Pardubický	114	12,50	126
Vysočina	133	12,50	146
Jihomoravský	102	12,50	115
Olomoucký	138	12,50	150
Zlínský	120	12,50	132
Moravskoslezský	104	12,50	116

Tab. 4. Náklady biomasy energetických plodin (Szomolányiová 2004)

Kraj	Prům. výrobní náklady	Prům. dopravní náklady	Prům. celkové náklady
	[Kč/GJ]	[Kč/GJ]	[Kč/GJ]
ČR	128,98	17,50	146,48
Praha	90,00	17,50	107,50
Středočeský	166,23	17,50	183,73
Jihočeský	116,83	17,50	134,33
Plzeňský	185,70	17,50	203,20
Karlovarský	178,84	17,50	196,34
Ústecký	141,62	17,50	159,12
Liberecký	148,95	17,50	166,45
Královehradecký	113,75	17,50	131,25
Pardubický	114,97	17,50	132,47
Vysočina	185,04	17,50	202,54
Jihomoravský	97,17	17,50	114,67
Olomoucký	125,06	17,50	142,56
Zlínský	113,67	17,50	131,17
Moravskoslezský	114,50	17,50	132,00